

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra mechanické technologie

Návrh a ověření svarového spoje kulového kohoutu z materiálu  
ASTM A 350 LF3 a hrdla z materiálu ASTM A 182 F316L.

The Design and Certification of Ball Cock Welded Joint Made from  
Material ASTM A350 LF3 and Tube Socket Made from Material  
ASTM A 182 F316L.

Student:

David Scheffczik

Vedoucí ročníkového projektu:

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.

Ostrava 2010

## Zadání bakalářské práce

Student: **David Scheffczik**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **2303R002 Strojírenská technologie**  
Specializace: **70 Strojírenská technologie**  
Téma: **Návrh a ověření svarového spoje kulového kohoutu z materiálu ASTM A 350 LF3 a hrdla z materiálu ASTM A 182 F316L**

**The Design and Certification of Ball Cock Welded Joint Made from Material ASTM A 350LF3 and Tube Socket Made from Material ASTM A 182 F316L**

Zásady pro vypracování:

1. Studie svařitelnosti materiálů ASTM A 350 LF3 a ASTM A 182 F316L.
2. Návrh tvaru a počtu kontrolních svarových spojů pro schválení postupu svařování dle platných norem.
3. Návrh přídatných materiálů pro svařování heterogenních spojů uvedených ocelí.
4. Provedení svarových spojů a vyhodnocení dosažených výsledků.
5. Návrh postupu svařování heterogenního svarového spoje ocelí ASTM A 350 LF3 a ASTM A 182 F316L.

Seznam doporučené odborné literatury:

KUČERA, J. *Teorie svařování*. Ostrava: VŠB Ostrava, 1991.  
KOLEKTIV AUTORŮ. *Materiály a jejich svařitelnost*. (Učební texty pro kurzy IWE/IWT). Ostrava: ZEROSS, 292 s. ISBN 80-85771-85-3.  
TURŇA, M. *Špeciálne metódy zvarovania*. Bratislava: ALFA Bratislava, 1989, ISBN 80-05-00097-9.  
PTÁČEK, L. A KOL. *Nauka o materiálu I*. Praha: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. 2001, 505 s. ISBN 80-7204-193-2.  
PTÁČEK, L. A KOL. *Nauka o materiálu II*. Praha: Akademické nakladatelství CERM, s.r.o., 2001, 350 s. ISBN 80-7204-130-4.

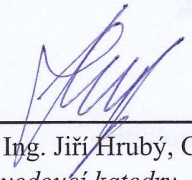
Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

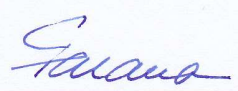
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
*vedoucí katedry*

  
\_\_\_\_\_  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
*děkan fakulty*

### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu. Dále prohlašuji, že podklady poskytnuté podnikem MSA a.s. Dolní Benešov, nebudou dále použity v žádné publikaci.

V Ostravě 21.5.2010

Handwritten signature in blue ink, reading "Schiffert David". Below the signature is a dotted line.

podpis studenta



Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 21.5.2010



David Scheffczik

Kašpara Peterka 251

Kravaře 74721

## ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

SCHEFFCZIK, D. *Návrh a ověření svarového spoje kulového kohoutu z materiálu ASTM A 350 LF3 a hrdla z materiálu ASTM A 182 F316L*. Ostrava: Katedra mechanické technologie, Fakulta strojní VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2010, 36s. Bakalářská práce se zabývá možnostmi svařování heterogenního spoje ocelí ve společnosti MSA a.s. Dolní Benešov. Součástí této práce je navržení přídatných materiálů a provedení zkušebních svarových spojů. Zkušební svary jsou provedeny metodou ručního svařování obalenou elektrodou (111). Vzorky byly podrobeny několika destruktivním a nedestruktivním zkouškám. Výsledkem bakalářské práce je vytvoření návrhu postupu svařování heterogenního spoje ocelí ASTM A 350LF3 a ASTM A 182 F316L.

## ANNOTATION OF THESIS

SCHEFFCZIK, D. *The Design and Certification of Ball Cock Welded Joint Made from Material ASTM A350 LF3 and Tube Socket Made from Material ASTM A 182 F316L*. Ostrava: Department of Mechanical Technology, Faculty of Mechanical Engineering VŠB-Technical University of Ostrava, 2010, 36p. The bachelor work deals with the possibilities of welding heterogeneous joints steels in company MSA a.s. Dolní benešov. A part of this bachelor work propouses welding of desks made from duplex stainless steel and consider samples. Test welds are performed by SMAW (111). Samples were submitted some destructive and non-destructive tests.

# Obsah

	strana
Seznam použitých značek a symbolů .....	2
0. Úvod .....	3
1. Svařitelnost materiálů ASTM A 350 LF3 a ASTM A 182 F316L .....	4
1.1. Svařitelnost ocelí .....	4
1.2. Charakteristika materiálu ASTM A 182 F316L .....	4
1.2.1. Austenitické oceli .....	4
1.2.2. Vliv legujících prvků na strukturu materiálu .....	6
1.2.3. Svařitelnost austenitických ocelí .....	7
1.2.4. Druhy koroze austenitických ocelí .....	8
1.2.5. Vlastnosti oceli ASTM A 182 F316L .....	10
1.3. Charakteristika materiálu ASTM A 350 LF3 .....	11
1.3.1. Ocel pro tlakové nádoby .....	12
1.3.2. Oceli pro nízké provozní teploty .....	12
1.3.3. Ocel ASTM A 350 LF3 .....	13
1.4. Svařování různorodých materiálů .....	13
2. Návrh zkušebních svarových spojů .....	15
3. Návrh přídatných materiálů pro svařování heterogenních spojů .....	17
3.1. Možné metody svařování .....	17
3.2. Návrh technologie svařování .....	17
3.3. Volba přídatného materiálu .....	18
3.4. Skladování, přesušování a manipulace s přídatným materiálem .....	19
4. Provedení svarových spojů .....	20
4.1. Volba svařovacích parametrů .....	20
4.2. Návrh provedení svarového spoje .....	20
4.3. Příprava svarových ploch před svařováním .....	21
4.4. Předehřev .....	21
4.5. Zkušební vzorky deska-trubka (1228) .....	21
4.6. Zkušební vzorky trubka-trubka (1229) .....	22
5. Vyhodnocení výsledků svarových spojů .....	23
5.1. Nedestruktivní zkoušky .....	24
5.2. Příčná zkouška tahem .....	24
5.3. Zkouška lámavosti .....	25
5.4. Zkouška rázem v ohybu .....	25

5.5	Zkouška tvrdosti .....	26
5.6	Makroskopická kontrola .....	28
6	Návrh postupu svařování ocelí ASTM A 350 LF3 a ASTM A 182 F316L .....	30
7	Závěr .....	33
8	Seznam použité literatury .....	35
9	Seznam příloh .....	36

## Seznam použitých značek a symbolů

111	ruční obloukové svařování obalenou elektrodou (ROS, dle am. norem SMAW)	
114	svařování plněnou elektrodou (FCAW)	
131	svařování tavící se elektrodou v inertním plynu (MIG)	
135	svařování tavící se elektrodou v aktivním plynu (MAG)	
141	obloukové svařování wolframovou elektrodou v inertním plynu (TIG)	
ASTM	americké sdružení pro zkoušky a materiály	
TOO	tepelně ovlivněná oblast	
pWPS	návrh specifikace postupu svařování	
KK	kulový kohout	
I	svařovací proud	[A]
R <sub>m</sub>	mez pevnosti	[MPa]
R <sub>e</sub>	mez kluzu	[MPa]
U	svařovací napětí	[V]
v <sub>s</sub>	rychlost svařování	[cm.min <sup>-1</sup> ]



## 0. Úvod

V dnešní době jsou na průmyslové výrobky kladeny stále větší a větší požadavky v oblasti funkčnosti, životnosti, kvality, a v mnoha dalších. Jedním z těchto požadavků je i korozivzdornost. Korozivzdorné oceli najdou uplatnění snad ve všech průmyslových odvětvích, např. potravinářství, lékařství, přeprava plynu a ropy, výroba tepelných výměníků, výparníků, ohřívačů vody, uskladňovacích nádob, atd. Právě při výrobě armatur a potrubí pro přepravu plynu a ropy je velmi důležitá odolnost proti korozi. Těmito výrobky mohou být různé ventily, šoupátka, klapky, kulové kohouty a další. Tyto armatury jsou vystaveny různým pracovním tlakům, teplotám, pracovnímu prostředí a podobně. Nejčastějším přepravovaným médiem bývá voda, plyn, ropa, pára a různé chemické látky. Pro tyto agresivní média a prostředí je potřeba použití korozivzdorných materiálů.

Pro správnou funkci armatur je potřeba přítomnost různých obtoků, odvodušňovacích, odkalovacích, mazacích a utěšňovacích trubek, impulzních trubek pro tlakové ovládání pohonů atd. Tyto části armatury jsou řešeny pomocí trubek z korozivzdorného materiálu, které je potřeba přivařit k tělesu armatury. Tento svar musí splňovat podmínky pro tlakové nádoby a zároveň odolávat nízkým provozním teplotám. Těleso armatury je odlitek z uhlíkové oceli pro nízké teploty.

Tato práce se zabývá návrhem a ověřením heterogenního svarového spoje z materiálu ASTM A 350 LF3 a ASTM A 182 F316L. Jedná se o svarový spoj oceli legované niklem s austenitickou korozivzdornou ocelí.

Bakalářská práce bude vypracována ve spolupráci se společností M.S.A. a.s. Dolní Benešov. Společnost je předním výrobcem a vývozcem průmyslových armatur do celého světa. Hlavní sortiment tvoří kulové kohouty, šoupátka, ventily a klapky. Většina výrobků je určena na export do Ameriky, Asie, Turecka a velkým odběratel je samozřejmě Rusko.

Z hlediska konkurenceschopnosti je nutné vyhovět požadavkům zákazníka na kvalitu vyráběných armatur nejen při zkouškách těsnosti, ale i na požadavky materiálových vlastností, které musí vyhovovat dopravovanému médiu a teplotám okolního prostředí. Z těchto důvodů musí výrobce přejít na nové a kvalitnější materiály, u kterých musí řešit jejich svařitelnost.

Cílem této bakalářské práce je zhodnocení svařitelnosti materiálu, návrh přídatného materiálu a navržení zkoušek pro vyhodnocení dosažených výsledků.

# **1. Svařitelnost materiálů ASTM A 350 LF3 a ASTM A 182 F316L**

## **1.1. Svařitelnost ocelí**

Svařitelnost je vlastnost materiálu. Je hodnocena jako způsobilost materiálu, která umožňuje vytvořit za jistých podmínek svarový spoj požadovaných vlastností. Závisí především na materiálových vlastnostech, které jsou dány chemickým složením a metalurgií výroby oceli. Dále nesmíme zapomenout na podmínky konstrukčního řešení, volbu svarových spojů a na technologii svařování. Svařitelnost ocelí vyjadřuje důsledek tepelného a deformačního ovlivnění materiálu v oblasti spoje procesem svařování [1].

Při hodnocení svařitelnosti je nutno brát v úvahu vzájemnou vazbu mezi základními materiály, technologií svařování a konstrukčním provedením spoje, určujícím tuhost svarového spoje. Pro stanovení svařitelnosti je nutno vhodně zvolit skupinu zkoušek, které stanoví vlastnosti svarového spoje podle určitých ukazatelů svařitelnosti. Ukazatele kvality svarového spoje jsou jeho mechanické vlastnosti a celistvosti svarového spoje. Pro spolehlivý provoz svarového spoje je nutno znát provozní podmínky, ve kterých bude spoj umístěn a způsob namáhání svarového spoje [1, 5].

Technologický proces je charakterizován možností vytvořit svarový spoj žádaných vlastností. Technologie výroby ovlivňuje nejen mechanické a fyzikální vlastnosti, ale také výši vnitřních tahových napětí po samotném svařování. Technologický proces je určován způsobem svařování, svařovanými materiály, přídatnými materiály, tepelným příkonem, postupem svařování, předehřevem, ohřevem, mezioperační teplotou a tepelným zpracováním po svařování. [1]

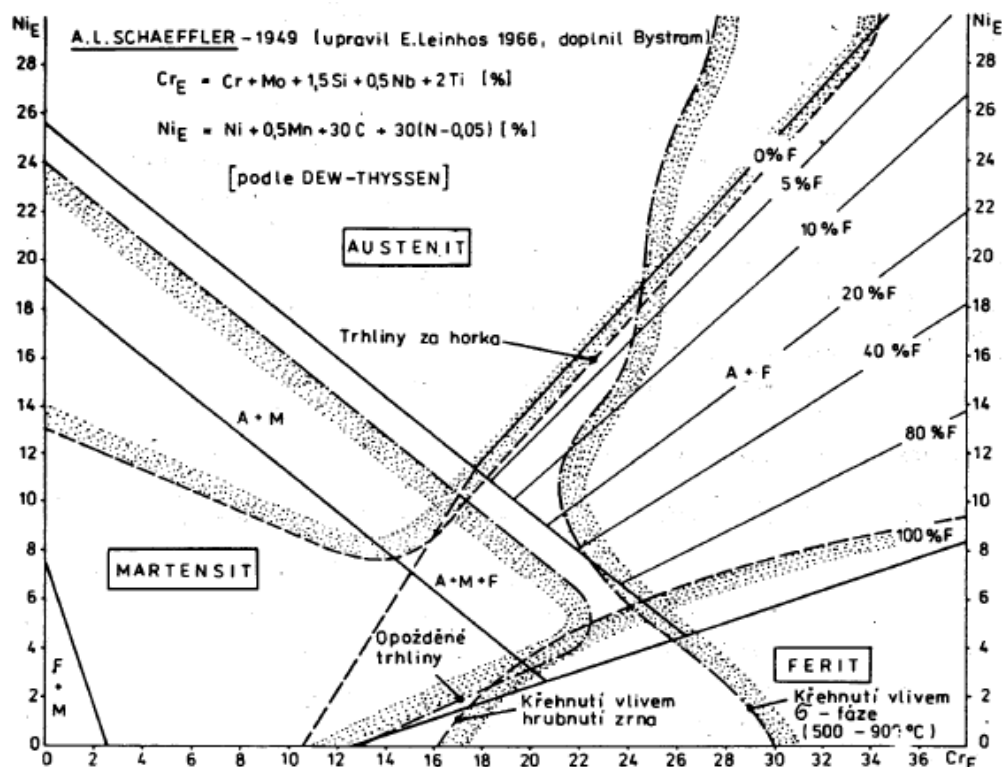
## **1.2. Charakteristika materiálu ASTM A 182 F316L**

### **1.2.1. Austenitické oceli**

Austenitická ocel se řadí do skupiny vysokolegovaných ocelí, které obsahují více než 12% legujících prvků. Tyto oceli se vyrábějí za účelem zlepšení korozních a tepelných vlastností, dosažení zvláštních elektrických nebo magnetických vlastností, zvýšení odolnosti proti opotřebení, zlepšení pevnostních vlastností za nízkých teplot. Hlavními legujícími prvky jsou Si, Mn, Mo, Ni a Cr. Hlavní uplatnění nalezneme v energetickém

průmyslu, potravinářském průmyslu, při stavbě parovodů, výrobě armatur pro tato odvětví, atd. [1].

Ocel svým charakterem patří do skupiny korozivzdorných, žárovevných a žáruvzdorných. Hlavní zásady svařovacího procesu lze určit podle struktury oceli. Stanovení zásad svařování lze určit podle Schaefflerova diagramu, který stanovuje strukturu oceli po rychlém ochlazení z teploty rozpouštěcího žhání na teplotu okolí podle ekvivalentu niklu a ekvivalentu chromu. [1]



Obr. 1.1 Schaefflerův diagram [11]

Oceli si mohou zachovat austenitické struktury po ochlazení svarového spoje. Austenitické oceli jsou vyráběny nestabilizované a stabilizované. Nestabilizované oceli jsou doporučovány ke svařování pouze v případě, pokud mají nízký obsah uhlíku, optimálně pod 0,03%. Tyto oceli lze použít jako žárovevné materiály. Nestabilizované oceli s vyšším obsahem uhlíku se používají jako žáruvzdorné a korozivzdorné. Stabilizované oceli mohou být použity v podmínkách, kde je vyžadována žárupevnost, žáruvzdornost a korozivzdornost v podmínkách vyšších a vysokých teplot. Tyto stabilizované oceli pracují za teplot vyšších než 400°C [1, 2].

### 1.2.2. Vliv legujících prvků na strukturu materiálu

Chrom je prvek, díky němuž jsou oceli antikorozní a žáruvzdorné. Přispívá ke zlepšení korozivzdorných vlastností. Již oceli s obsahem chromu 5 až 7% jsou odolné proti oxidaci za vyšších teplot. Teprve oceli obsahující 12 až 13% chromu jsou odolné proti elektrochemické korozi v atmosféře a v různých chemických činidlech. Oceli s obsahem chromu nad 13% křehnou v důsledku změny struktury [1, 3].

Nikl je prvek stabilizující austenit a zvyšuje prokalitelnost oceli tím, že snižuje kritickou rychlost ochlazování [1, 3].

Mangan je austenitotvorný prvek, kdy při koncentraci nad 3% snižuje sklon k praskání svarů. Mangan lze nahradit dražším niklem [1, 3].

Dusík je silně austenitotvorný prvek. Zvyšuje pevnostní hodnoty, působí příznivě na zjemnění zrna, zvyšuje odolnost proti bodové a štěrbinové korozi [1, 3].

Křemík je feritotvorný prvek. Zvyšuje odolnost proti oxidaci oxidačními plyny za tepla. Při koncentraci 3 až 4% odstraňuje náchylnost k mezikrystalické korozi. Vyvolává praskání svaru, hlavně náchylnost k trhlinám za tepla [1, 3].

Molybden je feritotvorný prvek, proto je po jeho přísadě nutné zvýšit obsah austenitických prvků pro zachování struktury. Zvyšuje odolnost proti korozi, zvyšuje žárupevnost a podporuje vylučování intermediálních fází. Zvyšuje tažnost austenitu za vyšších teplot a tím snižuje možnost tvorby trhlin za tepla [1, 3].

Měď je slabě austenitotvorný prvek, který nemá velký vliv na strukturu. Přidává se jen pro zlepšení korozní odolnosti proti některým kyselinám [1, 3].

Titan a niob jsou karbidotvorné prvky, vytváří karbidy a snižují obsah uhlíku. Stabilizují oceli. Mají vliv na zjemnění zrna feritických ocelí [1, 3].

Hliník zvyšuje žáruvzdornost a s niklem tvoří intermediální fázi. Přispívá k precipitačnímu vytvrzování [1, 3].

Síra, selen, fosfor a olovo zvyšují obrobitelnost, ale snižují odolnost proti korozi [1, 3].

### 1.2.3. Svařitelnost austenitických ocelí

Austenitické oceli mají přibližně o 50% větší tepelnou roztažnost a asi o 30% nižší tepelnou vodivost než oceli feritické struktury. Tyhle vlastnosti se při svařování projevují vznikem větších deformací a napětí než u feritických ocelí [4].

Svařitelnost austenitických korozivzdorných ocelí ovlivňují tři hlavní faktory:

a) Náchylnost k tvorbě teplých trhlin.

Příčinou vzniku teplých trhlin jsou prvky jako S, P, Si, Ti a Nb, které mohou při tuhnutí snižovat plasticitu kovu nebo vytváří se železem a niklem nízko tavitelná eutektika, která snižují technologickou pevnost hranice zrn (teplé krystalizační trhliny vznikají ve svarovém kovu, teplé likvační a polygonizační trhliny vznikají ve svarovém kovu i TOO) [4, 1].

Podle níže uvedených vztahů lze matematickým výpočtem zjistit náchylnost korozivzdorných ocelí ke vzniku teplých trhlin [4, 1].

Možnost vzniku teplých trhlin je možno redukovat:

- snížením tepelného příkonu svařování,
- použitím přídavných materiálů vysoké čistoty (s obsahem  $\delta$  - feritu do 5 hm. %),
- omezit deformace a napětí použitím vhodných technik svařování, tvaru svarového spoje, předehřevu,
- nepoužívat housenky s velkým tvarovým koeficientem svaru a malým průřezem.

$$L = 299 \cdot C + 8 \cdot Ni + 142 \cdot Nb - 5,5 \cdot \delta^2 - 105 \quad (1.1)$$

$$\Delta H = -700 \cdot C + 17 \cdot Cr - 37 \cdot Ni - 117 \cdot Nb + 29 \cdot Mo + 188 \quad (1.2)$$



Obr. 1.2 Příklad krystalizační trhliny [9]



#### b) Mezikrystalická koroze.

Může nastat v pásmu zcitlivění, které leží v pásmu teplot 425 až 815°C. Vliv uhlíku na vznik mezikrystalická koroze se projevuje od 0,02% jeho obsahu. Teorie na vznik mezikrystalická koroze jsou [4]:

- teorie ochuzení – difuze uhlíku a dusíku k hranicím zrn probíhá mnohem rychleji než difuze chromu. Poklesem obsahu chromu v povrchové vrstvě na hranicích zrn přestává být tato vrstva schopná pasivace a podléhá rychlé korozi [4].
- teorie pnutí – v místě, kde se začíná vylučovat uhlík, vzniká velké vnitřní pnutí a postupně roste druhá fáze. Tím vzniknou ve struktuře oceli energetické rozdíly, které se projeví nedokonalou pasivací hranic zrn [4].
- teorie článků – ušlechtilější karbidy působí jako katoda a okolní méně ušlechtilý kov jako anoda. Na hranici karbidu a základního kovu se předpokládá článek, v němž okolí karbidů značně koroduje, a to i tehdy, je-li ocel podrobena rozpouštěcímu žíhání [4].

#### c) Zkřehnutí vznikem $\sigma$ -fáze.

Fáze  $\delta$  je tvrdá, křehká intermetalická sloučenina, která způsobuje zkřehnutí oceli. Může vznikat ve svarových spojích při teplotách 500 až 820°C [4].

### 1.2.4. Druhy koroze austenitických ocelí

Nerezavějící oceli vykazují v porovnání s nelegovanými a s nízkolegovanými oceli výrazně lepší odolnost proti korozi. Jsou odolné proti celé řadě agresivních médií a nepotřebují žádnou další úpravu povrchu proti korozi. Tato pasivita je dána dolegováním minimálně 10,5 hm. % Cr do železa. Při mechanickém poškození pasivní vrstvy se tato opět spontánně obnovuje. Odolnost nerezavějících ocelí proti korozi je závislá v první řadě na chemickém složení oceli, a vedle toho také na jejich povrchu a struktuře. Proto je pro korozní odolnost velmi důležitá správná volba druhu oceli se správným tepelným zpracováním a se správným opracováním povrchu [1, 9].

### Rovnoměrná plošná koroze

Rovnoměrná plošná koroze se vyznačuje stejnoměrným, nebo přibližně stejnoměrným rozpouštěním oceli po celém povrchu. Za dostatečnou plošnou korozní odolnost se při tom považuje úbytek pod 0,1 mm ročně. K rovnoměrné plošné korozi může u korozivzdorných ocelí docházet jen v kyselinách a v silných loužích. Je určována v podstatě chemickým složením. Doplňkově se v řadě případů může korozní odolnost zvýšit legováním molybdenem [1, 8].

### Důlková koroze (Pitting)

K důlkové korozi může docházet v případech, kdy se místně poruší pasivní vrstva. Když jsou přítomny chloridové ionty, a to zejména při zvýšených teplotách, mohou na těchto místech (často jen o velikosti vpichu jehly) vznikat důlky. Usazeniny, cizorodá rez, zbytky strusky a náběhové barvy na povrchu nebezpečí důlkové koroze zvyšují.

Dalším zvyšováním obsahu chrómu, především však přidáváním molybdenu a částečně i dusíku se odolnost nerezavějících ocelí proti důlkové korozi zvyšuje [1, 9].

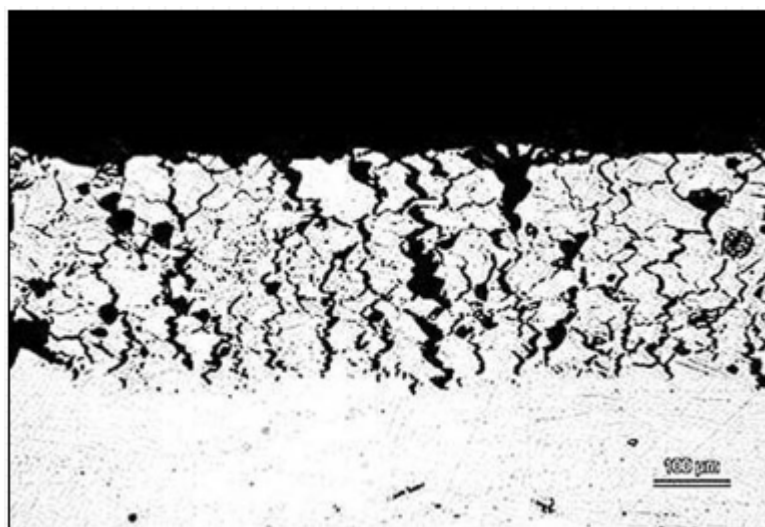


Obr. 1.3 Důlková (bodová) koroze [9]

### Mezikrystalická koroze

K mezikrystalické korozi může docházet, když se působením tepla (mezi 450 a 850°C u austenitických ocelí) na hranicích zrn vylučují karbidy chrómu. Takové působení tepla se vyskytuje např. při svařování v blízkosti svarového spoje. To způsobuje místní ochuzování o chróm v okolí vyloučených karbidů chrómu [9].

V praxi se mezikrystalická koroze u austenitických ocelí čelí tím, že se výrazně snižuje obsah uhlíku, nebo že se uhlík váže na přidávaný titan nebo niob. Kovový materiál korodující mezikrystalově ztrácí mechanickou pevnost, aniž by došlo k pozorovatelné vzhledové změně. Je to dáno tím, že za určitých podmínek přednostně koroduje materiál v úzkém pásmu na hranici zrn, která pak vzájemně ztrácejí soudržnost [1, 7].



Obr. 1.4 Mezikrystalická koroze [12]

#### 1.2.5. Vlastnosti oceli ASTM A 182 F316L

Jedná se o materiál skupiny 8.1, což jsou austenitické korozivzdorné oceli s obsahem chromu nižším než 19 hm. %.

Ocel je využívána na korozivzdorná zařízení a jejich součásti v průmyslu chemickém, farmaceutickém, textilním a potravinářském. Zejména pro výrobu svařovaných dílů, které mají odolávat mezikrystalické korozi a nelze je po svařování žíhat. Dále všude tam, kde se vyžaduje zvýšená odolnost proti neoxidujícím kyselinám (např. kyselině sírové). Výrobky z této oceli je možno leštit i na vysoký lesk [6].

Tab. 1.1 Značení oceli [9]

Norma	Stát	Materiál	Číslo materiálu
ASTM A182	US	316L	S31603
DIN 17440	D	X2CrNiMo17 13 2	1.4404
EN 10088-1	EN	X2CrNiMo 17-12-2	1.4404
ČSN 417349	CZ	17349	417349

Tab. 1.2 Chemické složení v hm. % [7]

C	Cr	Mn	Mo	Ni	P	Si	S
max. 0,03	16 - 18	max. 2,0	2,0-3,0	10-15	max. 0,045	max 1,00	max. 0,03

Tab. 1.3 Mechanické vlastnosti [7]

R <sub>m</sub> [MPa]	485
R <sub>e</sub> [MPa]	170
Tažnost A50	30
Kontrakce Z [%]	50

### 1.3. Charakteristika materiálu ASTM A 350 LF3

Materiál skupiny 9.2, což znamená oceli legované niklem s obsahem niklu mezi 3,0 a 8,0 hm. %.

Oceli legované niklem mají dobré vlastnosti při nízkých teplotách. Mají zaručenou hodnotu nárazové práce podle obsahu niklu od - 60 do - 196°C. U těchto ocelí je požadováno, aby výrobce záměrně nepřidával jiné prvky, kromě těch, které jsou nezbytně nutné pro dokončení tavby. Je třeba přijmout opatření, aby se zabránilo vnesení těch prvků, které by mohli ovlivnit mechanické vlastnosti oceli. Součet prvků Cr, Cu a Mo nesmí přesáhnout hodnotu 0,5 % [3].

### **1.3.1. Ocel pro tlakové nádoby**

Oceli jsou určeny pro výrobu plochých a dlouhých výrobků používaných pro konstrukci tlakových nádob. Oceli musí být zkoušeny na vnitřní jakost oproti běžným ocelím. Všeobecné požadavky na tlakové nádoby jsou uvedeny ČSN EN 10028-1, která rozděluje oceli do následujících skupin [3]:

- a) svařitelné nelegované a legované oceli pro vyšší teploty
- b) normalizačně žíhané jemnozrnné konstrukční oceli
- c) oceli legované niklem se zaručenými vlastnostmi při nízkých teplotách

Nejběžnější způsob výroby těchto ocelí je v kyslíkových konvertorech nebo elektrické obloukové peci. Oceli musí být uklidněné. Z každé tavby se musí provádět předepsané zkoušky při požadované teplotě [3].

### **1.3.2. Oceli pro nízké provozní teploty**

Součásti, pracující za nízkých provozních teplot ( $-30$  až  $-190^{\circ}\text{C}$ ) se svařují z ocelí s nízkými přechodovými teplotami při zachování elasticko–plastického stavu do nejnižší provozní teploty [4].

Pro nízké teploty jsou doporučovány oceli:

- nízkouhlíkové oceli (do  $-80^{\circ}\text{C}$ ),
- oceli s 3% Ni (do  $-120^{\circ}\text{C}$ ),
- oceli s 9% Ni (do  $-196^{\circ}\text{C}$ ),
- austenitické CrNi oceli (nižší teploty než  $-196^{\circ}\text{C}$ ) [4].

Oceli pro nízké teploty se svařují odpovídajícími přídatnými materiály stejné báze a stejných vlastností jako má základní materiál. Snížený obsah uhlíku se nahrazuje niklem. Oceli legované pouze niklem se svařují s předehřevem  $150^{\circ}\text{C}$  a po svařování se popouštějí za snížených teplot  $520 - 540^{\circ}\text{C}$  [4].



### 1.3.3. Ocel ASTM A 350 LF3

Tab. 1.4 Značení oceli [8]

Norma	Stát	Materiál	Číslo materiálu
ASTM A350	US	LF3	
DIN 17280	D	10 Ni 14	1.5637
EN 10222-3	EN	12Ni14	1.5637
ČSN	CZ	16329VN	

Tab. 1.5 Chemické složení v hm. % [8]

C	Mn	Ni	P	Si	S
max. 0,2	max. 0,9	3,3-3,7	max. 0,035	0,20-0,35	max. 0,04
Cr	Mo	Cu	Co	V	
Max. 0,3	Max. 0,12	0,4	0,02	0,03	

Tab. 1.6 Mechanické vlastnosti [8]

R <sub>m</sub> [MPa]	485-655
R <sub>e</sub> [MPa]	260
Tažnost A50	30
Kontrakce Z [%]	35

## 1.4 Svařování různorodých materiálů

Svařování ocelí různorodých materiálů nestejného chemického složení a rozdílných struktur vede k degradaci jednoho nebo obou svařovaných materiálů. V přechodu materiálu do svarového kovu vzniká natavená zóna, která má odlišné chemické složení a tím i pozměněné mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti. Postup svařování se určuje provozní teplotou a namáháním svarového spoje [4].

Strukturní stavy, které dosáhneme v oceli po rychlém ochlazení z rozpouštěcí teploty (1050 °C) na teplotu okolí (20 °C), lze zjistit z upraveného Schaefflerova diagramu. Z diagramu můžeme zjistit, že mezi feritickou a austenitickou strukturou se nachází pásmo s částečně martenzitickou strukturou. Martenzit vzniká z austenitu při rychlém ochlazení (okolo 200 °C) na teplotu okolí, může být zdrojem studených trhlin [4, 5].

Při svařování materiálů různých struktur se snažíme dosáhnout co nejnižšího promísení materiálu ve svarovém kovu. Toho můžeme dosáhnout metodou svařování s nízkými hodnotami vneseného tepla přivedeného do svaru. Mezi vhodné procesy svařování patří svařování laserem, elektronovým paprskem, mikroplaznou a svařování třením. Tyto metody nelze použít ve všech případech. Proto je vhodné ruční obloukové svařování za použití nízkých svařovacích proudů a vyšších rychlostí svařování [4].

## 2. Návrh zkušebních svarových spojů

Každé zavádění novinek do výroby nebo jen drobných změn a vylepšení musí být napřed pečlivě navrženo a odzkoušeno. Ani oblast svařování není výjimkou. Přechází se k lepším materiálům nebo jen k různé kombinaci materiálů. Než uvedeme do výroby produkt s novým svarem, musíme nejprve potvrdit správnou kvalitu svaru. Toho dosáhneme jen jedinou cestou. Odzkoušením zkušebních svarových spojů ve specializovaném středisku.

Svarový spoj, na který se bude postup svařování ve výrobě vztahovat, musí být předem zhotoven jako normalizovaný zkušební kus. Velikost a počet zkušebních kusů musí být dostačující, aby bylo možné provést všechny potřebné a požadované zkoušky. [14]

Při navařování hrdla impulzního ovládání kulového kohoutu (dále jen KK) jde o koutový spoj. Kolmo na těleso KK se přivaří hrdlo impulsního ovládání KK. Svarový spoj lze definovat jako svařování desky a trubky.

Svarový spoj musí splňovat normy. Velikost a tvar zkušebních kusů je definována normou ČSN EN ISO 15614-1. Na základě uvedené normy bylo navrženo svařování dvou typů zkušebních kusů.

Prvním typem je koutový svar, který je reprezentován zkušební deskou, na kterou je kolmo přivařena trubka. Deska je čtvercového tvaru o rozměrech hrany 150 mm a tloušťky 41 mm z materiálu ASTM A 350 LF3. Tloušťka je dostatečná pro simulaci tělesa KK. Trubka musí splňovat rozměry budoucího hrdla. Jedná se o trubku vnějšího průměru 20 mm a tloušťkou stěny 5 mm z materiálu ASTM A 182 F316L. Délka trubky musí být minimálně 150 mm.

Tento typ svarového spoje byl podroben následujícím zkouškám: vizuální kontrola, penetrační kontrola, zkouška tvrdosti a zkouška makrostruktury.

Druhým typem zkušebního kusu je tupý spoj s plným průvarem. Realizace tupého svarového spoje byla zajištěna pomocí dvou trubek stejných rozměrů, ale odlišné struktury. Jedna trubka je z materiálu ASTM A 350 LF3 a druhá z materiálu ASTM 182 F316L, abychom zajistili odpovídající heterogenní spoj. Vnější průměr trubek je 40 mm, tloušťka stěny 12 mm a délka trubky je 150 mm.

Z tupého svarového spoje byly odebrány vzorky na provedení tří nedestruktivních a pěti destruktivních zkoušek: vizuální kontrola, kapilární zkouška, ultrazvuková zkouška, příčná zkouška tahem, zkouška lámavosti, zkouška rázem v ohybu, zkouška tvrdosti a zkouška makrostruktury.

Pro vykonání všech zkoušek předepsaných normou ČSN EN ISO 15614-1 postačí šest svarových spojů. Na každém zkušebním dílci je vyraženo označení materiálu. Odebrání vzorku ze svařených kusů je znázorněno v přílohách A a B.

### 3. Návrh přídatných materiálů pro svařování heterogenních spojů

#### 3.1. Možné metody svařování

Korozivzdorné oceli je možné s určitým omezením spojovat tavným nebo tlakovým svařováním, které je obvyklé u většiny ocelí. Svařování musí probíhat s ohledem na splnění požadavků na korozivzdornost základního materiálu. Vhodná technologie svařování [6].

Pro svařování austenitických ocelí lze použít všechny konvenční metody, např. 111 (ROS), 131/135 (MIG/MAG), 141 (TIG), atd. Svařování bez přídatného materiálu je povoleno jen tam, kde je možné tepelné zpracování. Pokud tomu tak není, je tu velké riziko zvýšeného obsahu feritu ve svarové lázni během tohoto druhu svařování [6].

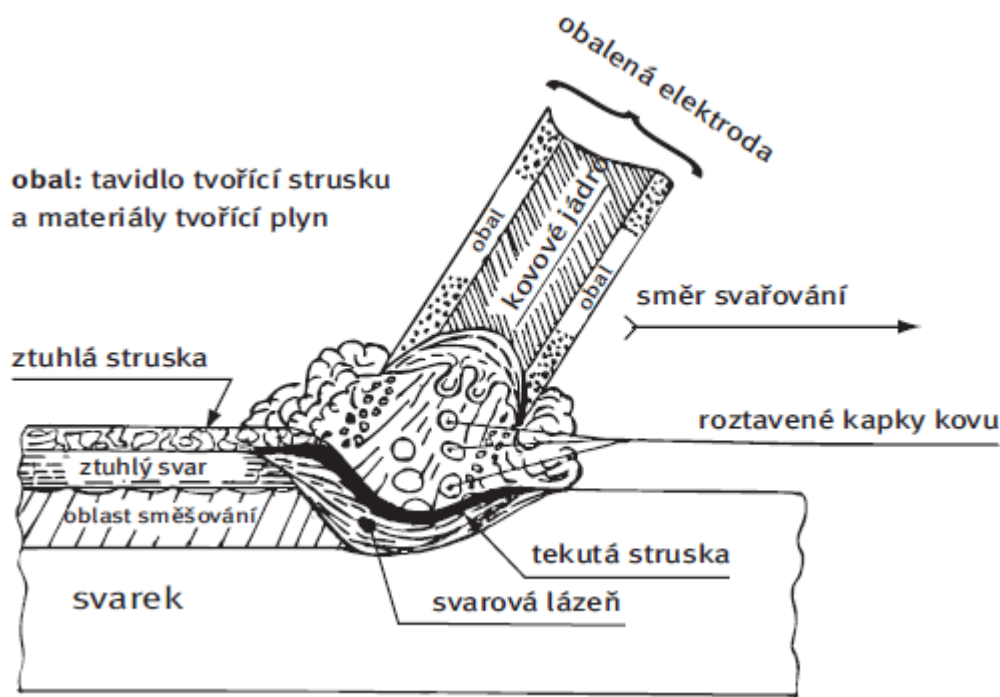
#### 3.2. Návrh technologie svařování

Po přihlédnutí k možnostem a vybavení firmy MSA a.s. Dolní Benešov přicházely v úvahu metody 111, 131 a 121. Vzhledem k zavedenému systému ručního obloukového svařování obalenou elektrodou se jevila tato metoda jako nejvhodnější.

Parametry vhodné pro ruční obloukové svařování obalenou elektrodou:

Polohy svařování:	všechny polohy, omezení pouze druhem elektrody
Druhy základního materiálu:	nelegované, nízkolegované, vysokolegované oceli, Ni, Cu, Al
Tloušťka základního materiálu:	2 až 100 mm
Svařovací proud:	50 až 450 A
Napětí na oblouku:	5 až 40 V
Druh svařovacího proudu:	stejnoseměrný, střídavý
Statická charakteristika:	strmá





Obr. 3.1 Schéma metody 111 [9]

### 3.3. Volba přídavného materiálu

Pro zachování vlastností základního materiálu se volí přídavný materiál stejně jako základní nebo výše legovaný materiál. Pro svařování austenitických ocelí jsou přídavné materiály dolegovány vysokým obsahem niklu a vysokým obsahem chrómu z důvodu zachování austenitické struktury ve svarovém kovu. Zachování austenitické struktury je důležité z hlediska zachování fáze v základních materiálech a svarovém kovu.

Pro svařování heterogenního spoje byla zvolena elektroda FOX CN 23/12 Mo-A od firmy Böhler (E 23 12 2 L R dle EN 1600; E309Mo-L dle AWS A5.4-06). Jedná se o rutilovou elektrodu pro svary austenitických ocelí s feritickými [10].

Elektrody s rutilovým obalem mají malý rozstřík a vytvářejí svary s hladkým povrchem. Struska, která se tvoří během svařování, je snadno odstranitelná.

Tabulka 3.1 Chemické složení přídatných materiálu v hm. % (příloha C a D)

Ø	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni
2,5	0,028	0,83	0,80	0,019	0,011	23,61	2,69	12,27
3,2	0,026	0,71	0,74	0,015	0,011	23,06	2,65	12,45

Tabulka 3.2 Doporučené parametry použitých elektrod (příloha C a D)

R <sub>m</sub> [MPa]	630
R <sub>e</sub> [MPa]	490
Tažnost A5 [%]	25
Nárazová práce při 20°C [J]	47
Nárazová práce při -20°C [J]	32

### 3.4. Skladování, přesušování a manipulace s přídatným materiálem

Všechny druhy obalených elektrod jsou náchylné k absorbování vlhkosti z okolního prostředí. Vlhkost v obalu elektrod může způsobovat vady ve svarovém kovu, způsobené difuzním vodíkem. Běžný způsob balení elektrod je do papírových obalů a následně do folie nebo do plechových krabic. Přídatný materiál by měl být skladován v neporušených obalech. Skladování v porušeném obalu může způsobit nižší životnost přídatného materiálu [13].

Pro omezení negativního vlivu prostředí je proto doporučováno pro běžně užívaná balení dodržovat následující skladovací podmínky [13]:

- teplota skladování min. 15°C
- relativní vlhkost vzduchu ve skladu max. 60%.

#### Přesušení přídatného materiálu

Přesušovací režim 350°C/2h. Po přesušení musí být elektrody uzavřeny v hermeticky uzavřených nádobách nebo lépe v sušících píčkách při teplotě 60 - 70°C.

## 4. Provedení svarových spojů

Příprava a svařování zkušebních dílců byly provedeny podle návrhu postupu svařování pWPS (příloha E a F) a za všeobecných podmínek svařování ve výrobě, které musí reprezentovat.

### 4.1. Volba svařovacích parametrů

Svařovací parametry jsou voleny na základě možností svařovacího zařízení, svařitelnosti základních materiálů ASTM A 350 LF3 a ASTM A 182 F316L a doporučených svařovacích parametrů přídatného materiálu FOX CN 23/12 Mo-A.

Svařovací parametry jsou uvedeny v záznamu pWPS (příloha E a F).

Tab. 4.1 Svařovací parametry

Elektroda	Průměr [mm]	Proud [A]	Napětí [V]	Rychlost svařování [cm/min.]
FOX CN 23/12 Mo-A	2.5	60-80	25-27	8-15
FOX CN 23/12 Mo-A	3.2	90-120	25-28	11-25

### 4.2 Návrh provedení svarového spoje

První housenka koutového svaru se vaří rutilovou obalenou elektrodou průměru 2,5 mm, typu FOX CN 23/12 Mo-A. Na druhou, případně třetí housenku je použita rutilová obalená elektroda průměru 3,2 mm, typu FOX CN 23/12 Mo-A.

Při svařování tupého svaru se zajistí poloha svařovaných dílců stehováním. Kořenová housenka i svarová výplň se vaří rutilovou obalenou elektrodou průměru 2,5 mm, typu FOX CN 23/12 Mo-A.

Mezi vrstvami je nutná vizuální kontrola. Před provedením další housenky se musí vždy odstranit zbytky strusky např. broušením nebo kartáčováním. Toto odstraňování nečistot provádíme vhodným nářadím pro vysokolegované materiály. Při čištění musíme dbát zvýšené opatrnosti, abychom nepoškodili okolní plochy.

Poslední, tzv. krycí housenka, ochraňuje svar proti korozi, proto zde hrají kritickou roli struktura, povrch a geometrie. V neposlední řadě je také důležitý vzhled.

### 4.3 Příprava svarových ploch před svařováním

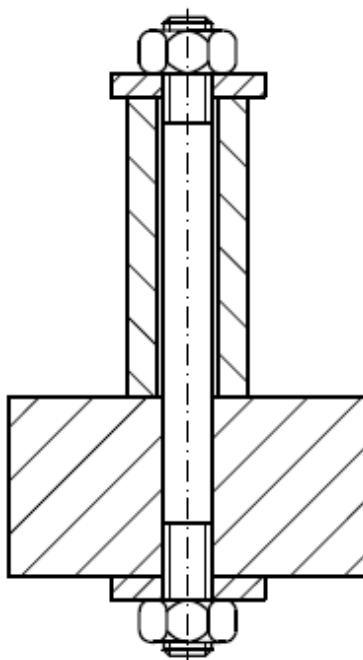
Pro zajištění dobré svažitelnosti a snížení potřeby očištění po svařování je nutné očistit všechny svarové plochy a přilehlé oblasti před samotným svařováním. Nečistoty a mastnoty musí být odstraněny. Všechny ostré hrany je třeba kompletně odstranit jemným broušením, pokud není uvedeno jinak. Všechny oxidy, barvy musí být odstraněny ze svarových a okolních ploch v dostatečné vzdálenosti, aby nedošlo k nanesení nečistot do svarového kovu. Pro zajištění nejvyšší možné korozní odolnosti musí být povrch materiálu absolutně čistý.

### 4.4 Předehřev

Pro svařování austenitických ocelí se používají přídavné materiály dávající stejné anebo příbuzné chemické složení, jako má svařovaná ocel. Při svařování nepoužíváme předehřev, jelikož by mohl nepříznivě ovlivnit korozní odolnost spoje. Pouze dbáme, aby maximální mezihousenková teplota (Interpass) nepřesáhla 100°C.

### 4.5 Zkušební vzorky deska-trubka (1228)

Zkušební vzorky byly sestaveny podle obrázku 4.1. Jednotlivé dílce jsou zobrazeny v příloze G. Dílce byly k sobě přitlačovány pomocným prvkem, kterým je pomocný čep se závitem na obou koncích. Čep je prostrčený přes oba zkušební vzorky a přitažen maticemi. Tímto bylo zajištěno vzájemné polohy mezi oběma základními materiály.



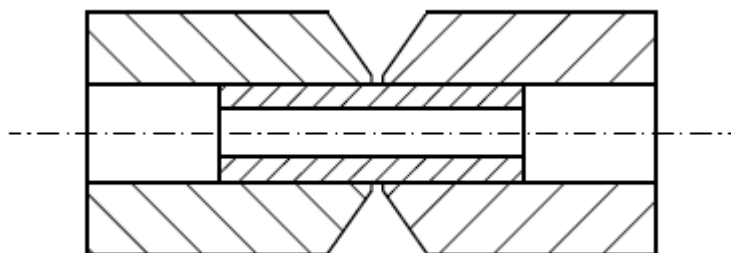
Obr. 4.1

Sestavení deska-trubka

Svařování zkušebních vzorků bylo provedeno na pracovní ploše umožňující rotaci kolem své osy. Svářeč ručně otáčel pracovní plochou a reguloval tak rychlost svařování. První vrstva svarové housenky byla provedena obalenou elektrodou o průměru 2,5 mm, další vrstvy se kladly průměrem 3,2 mm. Všechny potřebné svařovací parametry jsou uvedeny ve formě pWPS (příloha E). Zápis z toho svařování je uveden v příloze I.

#### 4.6 Zkušební vzorky trubka-trubka (1229)

Tento zkušební vzorek byl sestaven podle obrázku 4.2, který zobrazuje zajištění vzájemné polohy dvou základních materiálů. Zajištění polohy bylo dosaženo vsunutím přídavné trubky do svařovaných trubek. Svařované materiály mají upravenou svarovou plochu. Svařované dílce jsou zobrazeny v příloze H.



Obr. 4.2

Sestavení trubka-trubka

Svařování zkušebních vzorků probíhalo na svářečském pracovišti s polohovadlem. K zajištění stabilní polohy byly vzorky nejprve nastehovány obalenou rutilovou elektrodou průměru 2,5 mm. Kořen i ostatní vrstvy byly svařovány rutilovou obalenou elektrodou průměru 2,5 mm. Všechny potřebné svařovací parametry jsou uvedeny ve formě pWPS (příloha F). Zápis z toho svařování je uveden v příloze J. Tímto způsobem bylo svařeno všech šest shodných vzorků, pro provedení zkoušky dle ČSN EN ISO 15614-1.

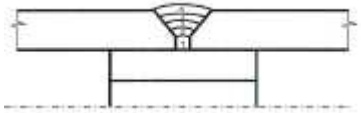
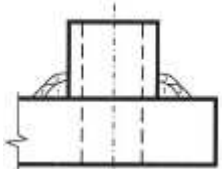
## 5 Vyhodnocení výsledků svarových spojů

Zhodnocení vlastností svarového spoje proběhlo dle normy ČSN EN ISO 15614-1, z června 2004. Norma určuje zkoušky nedestruktivní i destruktivní.

Doplňkově se ověřily mechanické hodnoty a hodnoty nárazové práce zkoušky rázem v ohybu při teplotě - 60°C.

Požadované zkoušky na zkušební kusy:

Tabulka 5.1 Kontrola a zkoušení zkušebních kusů.

Zkušební kus	Druh zkoušky	Rozsah zkoušení
<b>Tupý spoj</b> (trubka-trubka) <b>1229</b> 	Vizuální kontrola	100%
	Ultrazvuková zkouška	100%
	Kapilární zkouška	100%
	Příčná zkouška tahem	2 vzorky
	Příčná zkouška lámavosti	4 vzorky
	Zkouška rázem v ohybu	2 sady
	Zkouška tvrdosti	požadována
	Kontrola makrostruktury	1 vzorek
<b>Koutový spoj</b> (deska-trubka) <b>1228</b> 	Vizuální kontrola	100%
	Kapilární zkouška	100%
	Zkouška tvrdosti	požadována
	Kontrola makrostruktury	2 vzorky

## 5.1 Nedestruktivní zkoušky

Nedestruktivní zkoušky byly provedeny na zkušebních kusech před jejich rozřezáním na zkušební vzorky. U materiálu náchylných na praskání, bez tepelného zpracování po svařování a bez dohřevu, by mělo být zkoušení pozdrženo.

Nedestruktivní zkoušení musí být provedeno podle požadavků:

vizuální kontrola	ČSN EN 970,
kapilární zkouška	ČSN EN 571-1,
ultrazvuková zkouška	ČSN EN 1714.

U nedestruktivních zkoušek zkušebních kusů 1228 a 1229 nebyly zjištěny žádné vady. Výsledky jsou zaznamenány v přílohách K, L, M pro tupý svar a v přílohách N, O pro koutový svar.

**Oba zkoušené svarové spoje jsou vyhovující.**

## 5.2 Příčná zkouška tahem

Příčná zkouška tahem byla provedena podle normy ČSN EN 895. U spojů různorodých základních materiálů nesmí být pevnost v tahu nižší, než minimální hodnota určena pro základní materiál s nejnižší pevností v tahu [14].

Zkouška byla prováděna při teplotě okolí 20°C na vzorku 1229. Minimální požadovaná hodnoty  $R_m=485$  MPa. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.2, záznam o provedené zkoušce je v příloze P.

**Svarový spoj 1229 je vyhovující.**

Tabulka 5.2 Výsledky příčné tahové zkoušky

Vzorek	Průřez [mm]	Zatížení při mezi kluzu [kN]	Max. zatížení [kN]	$R_{p02}$ [MPa]	$R_m$ [MPa]	Porušení
1229/5/T1	78,5	27,9	46,4	355	591	mimo svar (ASTM A182 F316L)
1229/5/T2	78,5	28,4	44,6	362	568	mimo svar (ASTM A 350 LF3)

### 5.3 Zkouška lámavosti

Zkouška byla provedena dle normy ČSN EN 910, při teplotě okolí 20°C na zkušebním vzorku 1229. Pro tloušťky menší než 12 mm musí být zkoušeny dvě zkušební tyče ze strany kořene a dvě z lícové strany.

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.3, záznam o provedené zkoušce je v příloze P.

**Svarový spoj 1229 je vyhovující.**

Tabulka 5.3 Výsledky zkoušky lámavosti

Vzorek	Tloušťka [mm]	Šířka [mm]	Délka [mm]	Výsledek
1229/6/O1	10	12	300	Vyhovuje
1229/6/O2	10	12	300	Vyhovuje
1229/7/O3	10	12	300	Vyhovuje
1229/7/O4	10	12	300	Vyhovuje

### 5.4 Zkouška rázem v ohybu

Zkouška byla provedena dle normy ČSN EN 875, při teplotě -60°C. Požadované minimum bylo 30J. Vzorky byly opatřeny vrubem tvaru V. Pro jednotlivá stanovená umístění musí každá sada obsahovat tři zkušební vzorky.

VWT: Charpy V-vrub, vrub ve svarovém kovu, vrub napříč tloušťkou

VHT: Charpy V-vrub, vrub v tepelně ovlivněné oblasti, vrub napříč tloušťkou

Výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.4, záznam o provedené zkoušce je v příloze P.

Tabulka 5.4 Výsledky zkoušky rázem v ohybu

Vzorek	Umístění	Jednotlivé hodnoty [J]			Průměr [J]
1229/8/ V1-3	VWT 0/2	42	40	45	42
1229/9/ V4-6	VHT 0/2	131	130	137	133
1229/10/ V4-6	VHT 2/2	107	54	69	77

**Svarový spoj 1229 je vyhovující.**



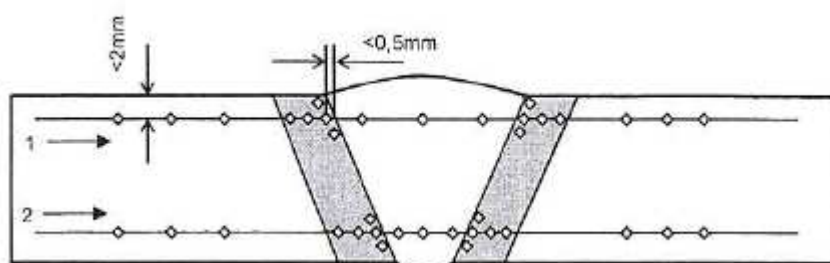
## 5.5 Zkouška tvrdosti

Zkoušení tvrdosti podle Vickerse bylo provedeno podle ČSN EN 1043-1. Měření proběhlo při teplotě okolí 20°C.

Zkouška tvrdosti byla provedena u tupého i koutového svarového spoje.

### Tupý svarový spoj 1229

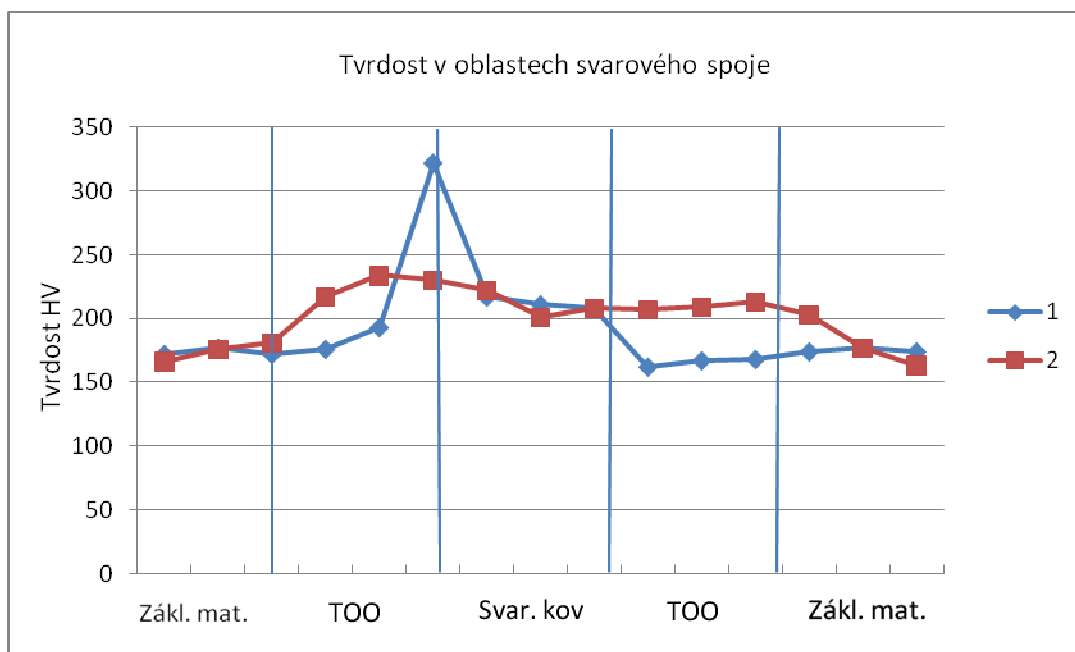
Obr. 5.1 informuje o místech vpichů provedené zkoušky tvrdosti. V tab. 5.5 jsou zaznamenány naměřené hodnoty, ze kterých byl vytvořen průběh tvrdosti tupého svarového spoje (obr. 5.2). Záznam o provedené zkoušce je v příloze Q.



Obr. 5.1 Schéma rozložení vpichů tupého svaru 1229

Tab. 5.5 Tvrdost HV10

TVRDOST HV10																								
Základní materiál					TOO					Svarový kov					TOO					Základní materiál				
ASTM A 350 LF3										ASTM A 182 F316L														
1 →						305										166								
	172	177	172	176	193	322	217	211	208	162	167	168	174	177	174									
						295										167								
2 →						226										199								
	166	176	181	217	234	230	222	201	208	207	209	213	203	177	163									
						230										217								

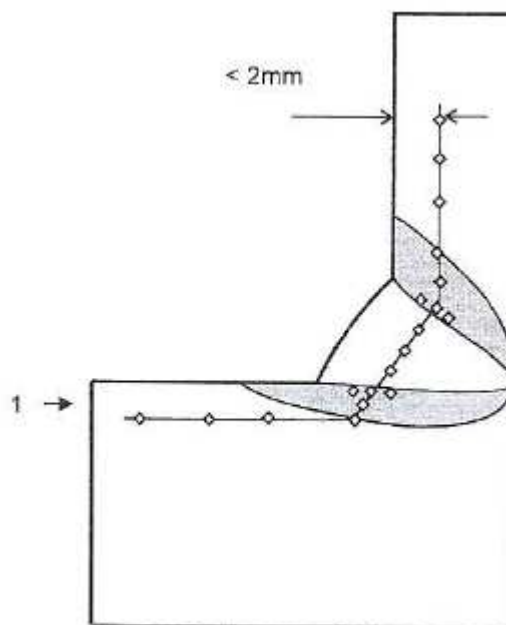


Obr. 5.2 Tvrđost v oblastech svarového spoje 1229

**Svarový spoj 1229 je vyhovující.**

#### Koutový svarový spoj 1228

Obr. 5.3 jsou znázorněna místa vpichů provedené zkoušky tvrdosti. V tab. 5.6 jsou zaznamenány naměřené hodnoty, ze kterých byl vytvořen průběh tvrdosti koutového svarového spoje (obr. 5.4). Záznam o provedené zkoušce je v příloze R.



Obr. 5.3 Schéma rozložení vpichů koutového svaru 1228

Tab. 5.6 Tvrdość HV10

TVRDOST HV10																
Základní materiál					TOO			Svarový kov			TOO			Základní materiál		
ASTM A 350 LF3					ASTM A 182 F316L											
1 →						392						180				
	168	168	175	202	283	373	228	219	193	192	150	159	211	207	208	
						334						167				

Tab. 5.7 Vyhodnocení makrostruktury

Vzorek č.	Makrostruktura	TOO [mm]
M1/1228/2	bez vad	3,0
M2/1228/2	bez vad	3,5

Výsledky zkoušky jsou doloženy v příloze S.



Obr. 5.5 Makrostruktura vzorku M1/1228/2



Obr. 5.6 Makrostruktura vzorku M2/1228/2

**Makrostruktura vyhovující.**

## **6 Návrh postupu svařování ocelí ASTM A 350 LF3 a ASTM A 182 F316L**

Metoda svařování:

111 - ruční obloukové svařování obalenou elektrodou

Přídavný svařovací materiál:

Rutilová elektroda FOX CN 23/12 Mo-A od firmy Böhler (E 23 12 2 L R dle EN 1600; E309Mo-L dle AWS A5.4-06).

Přesušování přídavného materiálu:

Přesušovací režim 350°C/2h. Po přesušení musí být elektrody uzavřeny v hermeticky uzavřených nádobách, nebo lépe v sušících píčkách při teplotě 60 - 70°C.

Kvalifikace svářečů:

Svařování mohou provádět svářeči s platnou zkouškou v minimálním rozsahu:  
EN 287-1 111 P/T FW 8 R t5,0/41,0 D20,0 PB ml

Důležité upozornění:

Při čištění základního materiálu se nesmí používat běžné nářadí. Musí být použito speciální nářadí pro vysokolegované oceli. Kartáče, sekáče, svářečská kladívka atd., musí být nerezové nebo opatřené nerezovým návarem.

Při použití brusných kotoučů musí být použity speciální brusné kotouče pro vysokolegované oceli. Tyto kotouče se nesmí používat pro běžné uhlíkové materiály.

## TECHNOLOGICKÝ POSTUP SVAŘOVÁNÍ HETEROGENNÍHO SPOJE

- 1) Svářeč s potřebnou kvalifikací provede svařování dle WPS.
- 2) Očištění místa svaru.  
Pracovník svářecího pracoviště očistí plochu pro svařování od nečistot, mastnoty, okuji, atd.  
Na tělese kulového kohoutu musí mít v místě spoje s trubicí rovnou plochu.  
Na trubce nechat ostrou hranu, nesrážet!!!
- 3) Sestavení a nastehování dílů  
Důkladné sestavení dílu, za pomoci zámečníka. Stehování obalenou elektrodou průměru 2,5 mm. Očistit svary od strusky vhodným nářadím.
- 4) Svařování se provádí bez přehřevu. První svarová vrstva je kladena elektrodou FOX CN 23/12 Mo-A průměru 2,5mm. Druhá svarová vrstva je kladena elektrodou FOX CN 23/12 Mo-A průměr 3,2mm. V případě potřeby je kladena další vrstva. Jednotlivé vrstvy housenek pečlivě očištíme, aby byla zajištěna požadovaná kvalita svarového kovu. Je nutno dodržovat mezihousenkovou teplotu, která nesmí přesáhnout 100°C. V případě překročení mezihousenkové teploty pozastavit svařování, počkat na pokles teploty. Mezihousenkovou teplotu kontrolujeme dotykovým teploměrem. Svařované místo zavařit s plynulým přechodem do základního materiálu bez vrubů a zápalů. Polohovat svarový spoj do polohy PB.  
  
Doporučený rozsah svařovacích parametrů pro elektrody:

Ø 2,5	I = 60-80 A	U = 25-27 V	$v_s = 8-15$ cm/min
Ø 3,2	I = 80-120 A	U = 25-28 V	$v_s = 11-25$ cm/min
- 5) Pokud je potřeba, svar se po dokončení přebrousí. Pozor, při přebroušení nesmí dojít k podbroušení a zeslabení průměru trubky. Použít speciální brusné kotouče pro vysokolegované oceli.
- 6) Při zjištění jakékoliv odchylky od technologického postupu nebo chyby během svařování se proces ukončí a je nutno konzultovat se svářečským dozorem.

- 7) Svarový spoj kontrolovat kapilární zkouškou. Pro kapilární zkoušku jemně přebrousit povrch a okolí svaru na drsnost  $R_a$  3,2. Nesmí dojít k podbroušení a zeslabení stěny přivařovaného dílce. Výsledky kapilární zkoušky musí být dle normy ČSN EN 571-1 bez vad.
- 8) Případné vady ve svarovém spoji jsou odstraněny vybroušením (POZOR, je nutné použít speciální nářadí na vysokolegované materiály). Opravy vad provést opakovaným zavařením obalenou elektrodou FOX CN 23/12 Mo-A.

Po opravě vady opět kontrola kapilární zkouškou.

## 7 Závěr

V první části bakalářské práce jsem se věnoval svařitelnosti materiálu ASTM A 305 LF3 a ASTM A 182 F316L. Na základě zjištěných poznatků o svařitelnosti zadanych ocelí byla navržena technologie svařování a přídavný materiál. Byl navržen počet a tvar kontrolních spojů podle normy ČSN EN ISO 15614-1. Na základě dosažených poznatků byl zpracován návrh pWPS.

Popis provedení zkušebních svarových spojů je uveden v kapitole 4. Na zkušebních svarových spojkách byly provedeny zkoušky, jejich průběh a zhodnocení jsou uvedeny v kapitole 5. Z výsledku zkoušky tvrdosti u zkušebního vzorku deska-trubka (1228) byl zjištěn pokles tvrdosti v TOO pod hodnotu základního materiálu. I přesto jsou výsledky všech zkoušek vyhovující.

Na základě vyhovujících výsledků byl vytvořen návrh výsledného postupu svařování heterogenního svarového spoje ocelí ASTM A 350 LF3 a ASTM A182 F316L pro společnost MSA a.s. Dolní Benešov.

Na základě výsledků byl stanoven postup svařování (WPS) tělesa kulového kohoutu z materiálu ASTM A 350 LF3 a hrdla impulzního ovládání kulového kohoutu z materiálu ASTM A 182 F316L.



### **Poděkování**

Zde bych rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Ivo Hlavatému, Ph.D. za čas a cenné rady. Dále pak zaměstnancům společnosti MSA a.s. Dolní Benešov za poskytnutí podkladů, protokolů, důležitých poznatků a odborných rad z praxe.

## 8 Seznam použité literatury

- [1] KUČERA, J. *Teorie svařování 2*. VŠB OSTRAVA 1991. 408s.
- [2] KUNCIPÁL, J. A KOL. *Teorie svařování*. SNTL Praha 1986. 408s.
- [3] PTÁČEK, L. A KOL. *Nauka o material II.*, CEMR Brno 2002. ISBN 80-7204-248-3
- [4] KOLEKTIV AUTORŮ. *Materiály a jejich svařitelnost*. ZEROSS Ostrava 2001. ISBN 80-85771-85-3
- [5] KOUKAL, J. ZMYDLENÝ, T. *Svařování I.*, VŠB-TU Ostrava. 2005.136. ISBN 80-248-0870-6
- [6] *How to weld duplex stainless steels*. [online]. Avesta, Švédsko: Avesta Welding AB, 2006. [cit. 2009-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.avestawelding.com/3756.epibrw>>
- [7] *ASTM A 182 F316L* [online]. Metal Info, [cit. 2009-02-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.metalinfo.com/>>.
- [8] *ASTM A 350 LF3* [online]. Metal Info, [cit. 2009-02-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.metalinfo.com/>>.
- [9] CUNAT, Pierre-Jean. *The Welding of Stainless Steel* [online]. Brusel, Belgie: Euro Inox, 2007 [cit. 2009-12-10]. Dostupné z WWW: <<http://www.euro-inox.org/>>. ISBN 978-2-87997-177-3.
- [10] BOHLER UDDEHOLM [online]. [cit. 2009-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.bohler-uddeholm.cz/>>.
- [11] AMBROŽ, O. *Svařitelnost material* [online]. [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.ust.fme.vutbr.cz/>>.
- [12] *Mezikrystalová koroze* [online]. [cit. 2010-05-15] <[http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/koroze\\_mezikrystalova\\_koroze/teorie.htm](http://www.vscht.cz/met/stranky/vyuka/labcv/labor/koroze_mezikrystalova_koroze/teorie.htm)>.
- [13] *Doporučení pro skladování, přesušení a manipulaci se svařovacími materiály* [online]. [cit. 2010-05-15] <[http:// www.svarbazar.cz/phprs/storage/skladovani\\_pm.pdf](http://www.svarbazar.cz/phprs/storage/skladovani_pm.pdf) >.
- [14] EN 15614-1. *Stanovení a kvalifikace postupu svařování kovových materiálů – zkouška postupu svařování – Část 1: Obloukové a plamenové svařování ocelí a obloukové svařování niklu a slitin niklu*. 2004

## 9 Seznam příloh

Příloha A: Návrh umístění zkušebních vzorků spoje 1228

Příloha B: Návrh umístění zkušebních vzorků spoje 1229

Příloha C: Parametry obalené elektrody Böehler FOX CN 23/12 Mo-A,  $\varnothing 2,5$  mm

Příloha D: Parametry obalené elektrody Böehler FOX CN 23/12 Mo-A,  $\varnothing 3,2$  mm

Příloha E: Návrh postupu svařování koutového zkušebního spoje

Příloha F: Návrh postupu svařování tupého zkušebního spoje

Příloha G: Dílce pro zkušební koutový svarový spoj (1228)

Příloha H: Dílce pro zkušební tupý svarový spoj (1229)

Příloha I: Zpráva o svařování koutových svaru (1228)

Příloha J: Zpráva o svařování tupých svaru (1229)

Příloha K: Protokol o vizuální zkoušce vzorku 1229

Příloha L: Protokol o kapilární zkoušce vzorku 1229

Příloha M: Protokol o ultrazvukové zkoušce vzorku 1229

Příloha N: Protokol o vizuální zkoušce vzorku 1228

Příloha O: Protokol o kapilární zkoušce vzorku 1228

Příloha P: Protokol o mechanických zkouškách vzorku 1229

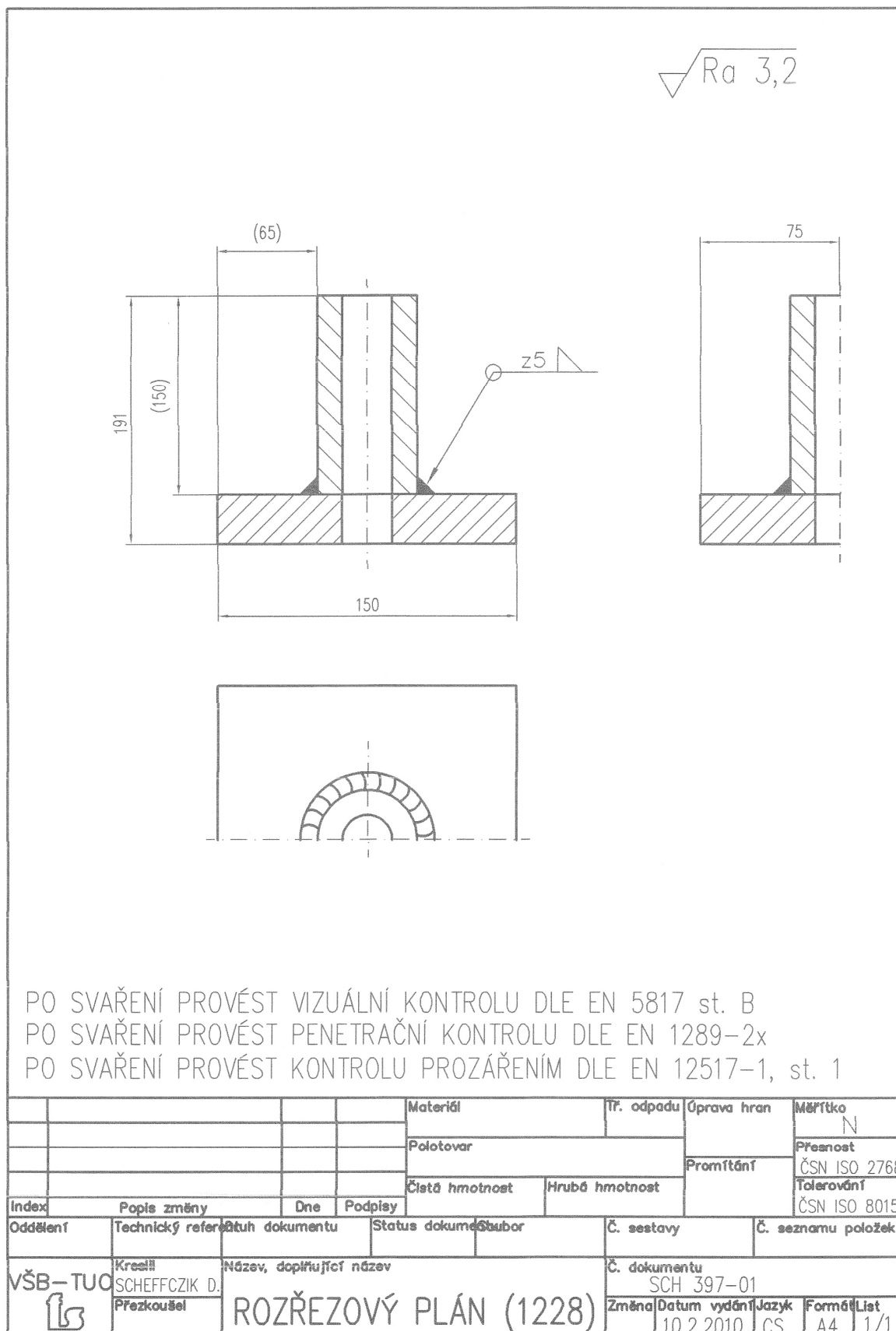
Příloha Q: Protokol zkoušky tvrdosti vzorku 1229

Příloha R: Protokol zkoušky tvrdosti vzorku 1228

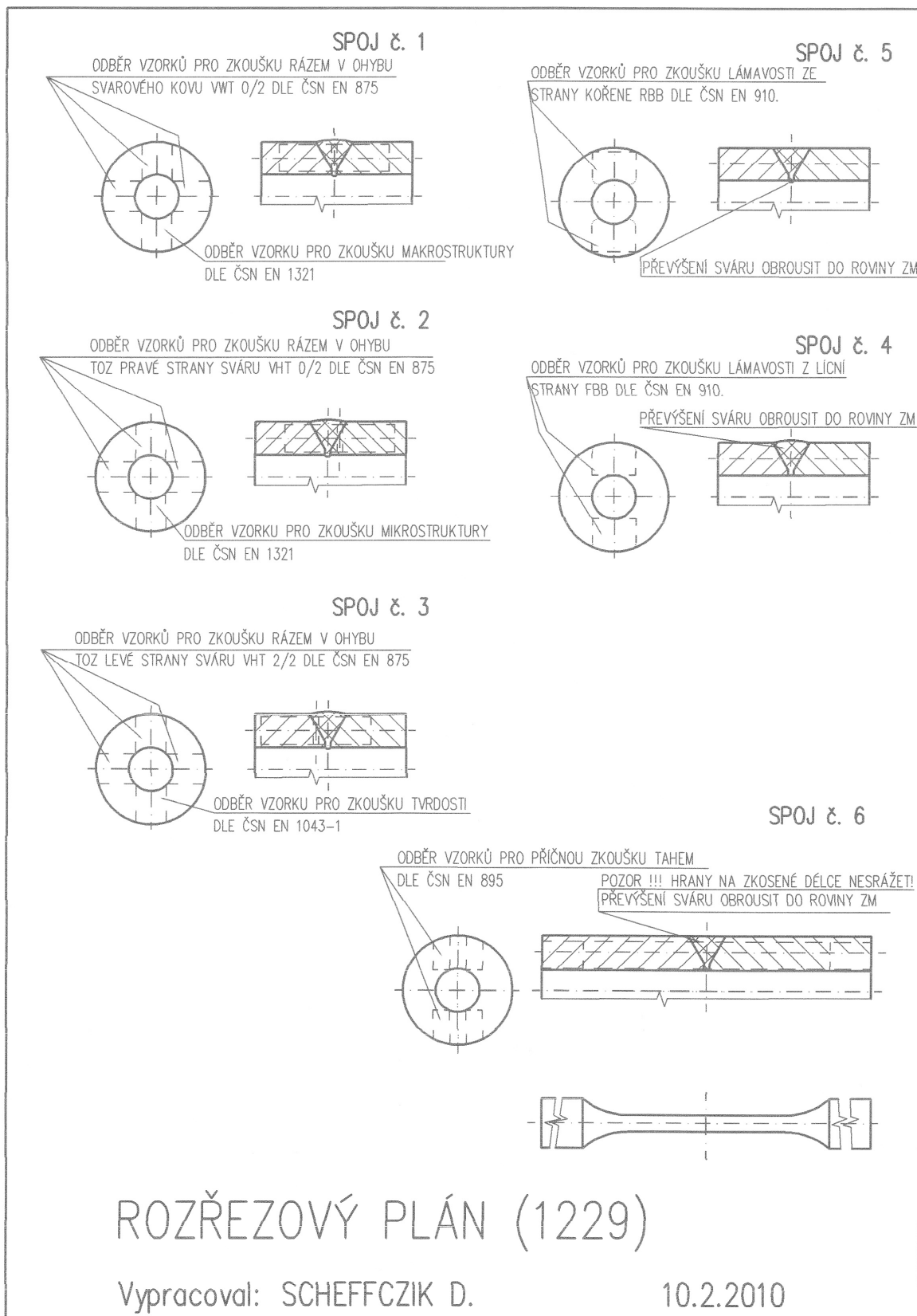
Příloha S: Protokol makroskopické zkoušky vzorku 1228

## Přílohy:

### Příloha A: Návrh umístění zkušebních vzorků spoje 1228



## Příloha B: Návrh umístění zkušebních vzorků spoje 1229



# **Příloha C: Parametry obalené elektrody Böehler FOX CN 23/12 Mo-A, ø2,5 mm**



Boehler Uddeholm CZ s.r.o.

U silnice 949  
16100 Praha 6  
TSCHECHISCHE R.

## **WERKSZEUGNIS 2.2**

Test Report  
nach / as per: EN 10204  
Nr. / No.: 2-2009-03-1612611  
Rev. 0 Seite / page: 1 von/of 1

Bestell-Nr.	Order No.	4501406482	vom / of	25.05.2009	350009											
Auftrags-Nr.	Works order	1002095099														
Lieferschein/Pos./Splitt	Dispatch note/pos./Splitt	2002160329 / 0010 / 0010	vom / of	25.05.2009												
Prüfgegenstand	Test object	Stabelektrode covered electrode			11787											
Handelsname	Trade designation	BOEHLER FOX CN 23/12 Mo-A			Y2051A07											
Produktkennzeichnung	Marking of product															
Normbezeichnung	Standard classification	EN 1600: E 23 12 2 L R 32 / AWS A5.4-06: E309MoL-17 (mod.)														
Abmessung	Dimension	2.50 x 350 mm (.098" x 14")														
Serie	Lot No.	2120488														
Liefermenge	Quantity delivered	201.6 KG														
Anforderungen	Requirements															
Chemische Analyse in % Chemical composition in %					Reines Schweißgut all-weld metal											
Serie Lot No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni								
2120488	0.028	0.83	0.80	0.019	0.011	23.61	2.69	12.27								
Zugversuch Tensile Test	nach according to	EN 10002-1					Probenvorbereitung Specimen preparation					EN 876				
	Prüftemp. T Test temp. °C	Streckgrenze Reh Yield point MPa	Dehngrenze Rp Yield strength 0.2% MPa	1.0%	Zugfestigkeit Rm Tensile strength MPa	Dehnung A Elongation % Lo=5d	Einschnr. Z Reduction %	Bemerkung Remarks								
Minimum	20		490		630	25										
Maximum																
Kerbschlagv. Impact Test	nach according to	EN 10045-1					Probenvorbereitung Specimen preparation					EN 875 VWT 0/b				
	Prüftemp. T Test temp. °C	Kerbschlagarbeit Mindest. KV Absorbed energy minimum values J			Mittelwert Average J	Lat. Breitg. Lateral expansion mm	Krist. Bruchanteil Shear fracture %	Bemerkung Remarks								
	20	47														
	-20	32														

Bemerkung  
Remarks

Ort / Town  
Kapfenberg

Datum / Date  
09.06.2009

Dieses Zeugnis wurde maschinell erstellt und gilt ohne Unterschrift.  
This certificate was issued by DP-equipment and does not require signature.

Abnahmebeauftragter  
Authorized representative  
Winkler

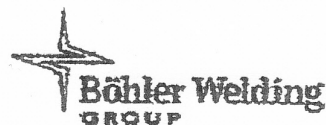
Böehler Schweißtechnik Austria GmbH  
Böehler-Welding Str. 1  
A-6605 Kapfenberg  
Internet: www.boehlerwelding.at

Tel.: +43 (0) 3582-501-0  
Fax: +43 (0) 3582-501-153  
E-Mail: postmaster.boe@boe.at

Registrierort: Leoben, FN 77052 M  
ATU 27115607  
DVR 0582548

Deutsche Bank AG (BLZ 16100): Nr. 31466000  
Swiftcode: DEUTAT33  
IBAN: AT37 1510 0000 3146 6000

# Príloha D: Parametry obalené elektrody Böehler FOX CN 23/12 Mo-A, ø3,2 mm



Boehler Uddeholm CZ s.r.o.

U silnice 949  
16100 Praha 6  
TSCHJECHISCHE R.

## WERKSZEUGNIS 2.2

Test Report  
nach / as per: EN 10204  
Nr. / No.: 2-2009-03-1636620  
Rev. 0 Seite / page: 1 von/of 1

Bestell-Nr.	Order No.	4501426682	vom / of	15.07.2009	550009											
Auftrags-Nr.	Works order	1002096432														
Lieferschein/Pos./Split	Dispatch note/pos./Split	2002162299 / 0020 / 0020	vom / of	16.07.2009												
Prüfgegenstand	Test object	Stabelektrode covered electrode			10051											
Handelsname	Trade designation	BOEHLER FOX CN 23/12 Mo-A			Y2051A07											
Produktkennzeichnung	Marking of product															
Normbezeichnung	Standard classification	EN 1600: E 23 12 2 L R 32 / AWS A5.4-06: E308MoL-17 (mod.)														
Abmessung	Dimension	3.20 x 350 mm (.126" x 14")														
Serie	Lot No.	2120676 2120862														
Liefermenge	Quantity delivered	207 KG														
Anforderungen	Requirements															
Chemische Analyse in % Chemical composition in %					Reines Schweißgut all-weld metal											
Serie Lot No.	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni								
2120676	0.026	0.71	0.74	0.015	0.011	23.06	2.65	12.45								
2120862	0.023	0.80	0.75	0.014	0.013	23.19	2.63	12.19								
Zugversuch Tensile Test	nach according to	EN 10002-1					Probenvorbereitung Specimen preparation					EN 876				
	Prüftemp. T Test temp. °C	Streckgrenze Reh Yield point MPa	Dehngrenze Rp Yield strength 0.2% MPa 1.0%	Zugfestigkeit Rm Tensile strength MPa	Dehnung A Elongation % Lo=5d	Einschnr. Z Reduction %	Bemerkung Remarks									
Minimum	20		490	630	25											
Maximum																
Kerbschlagv. Impact Test	nach according to	EN 10045-1					Probenvorbereitung Specimen preparation					EN 875 WWT 0/b				
	Prüftemp. T Test temp. °C	Kerbschlagarbeit Mindest. KV Absorbed energy minimum values	Mittelwert Average J	Lat. Breitg. Lateral expansion mm	Krist. Bruchanteil Shear fracture %	Bemerkung Remarks										
	20	47														
	-20	32														

Bemerkung  
Remarks

Ort / Town  
Kapfenberg

Datum / Date  
20.07.2009

Dieses Zeugnis wurde maschinell erstellt und gilt ohne Unterschrift.  
This certificate was issued by DP-equipment and does not require signature.

Abnahmebeauftragter  
Authorized representative  
Winkler

Böhler Schweißtechnik Austria GmbH  
Böhler-Welding-Str. 1  
A-8605 Kapfenberg  
Internet: www.boehler-welding.at

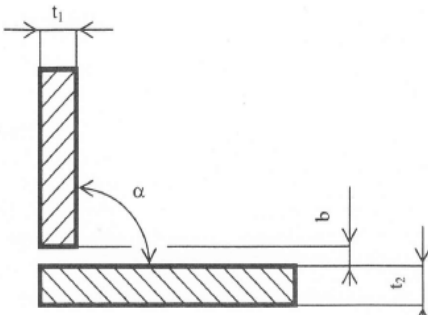
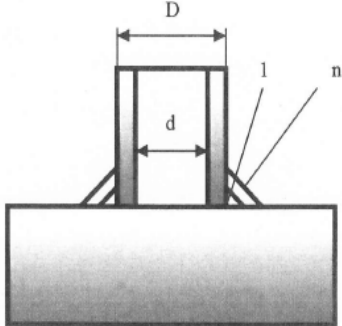
Tel.: +43 (0) 3862-301-0  
Fax: +43 (0) 3862-301-95-193  
E-Mail: postmaster.bsga@bsga.at

Registrierungsamt: Leoben FN 77052 M  
ATU 27116607  
DVR 0652348

Deutsche Bank AG (BLZ 161001; Nr. 31485000)  
Swiftcode: DEUTAT33  
IBAN: AT37 1610 0000 3148 6000

*[Handwritten signature]*

**Příloha E: Návrh postupu svařování koutového zkušebního spoje (1228)**

<b>VŠB-TUO</b> FAKULTA STROJNÍ	<b>Specifikace postupu svařování</b> <b>(pWPS)</b>	číslo : Datum: <b>2.12.2008</b> Strana : <b>1/2</b>
Popis : pWPS pro svařování oceli třídy 8 a 9 podle ČSN 15614-1 Metoda svařování: <b>111</b>		
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1;"> <p> <math>\alpha = 90^\circ</math>  <math>t_1 = 5 \text{ mm}</math>  <math>t_2 = 41 \text{ mm}</math>  <math>b = 0 \text{ mm}</math>  <math>D = 20 \text{ mm}</math>  <math>d = 10 \text{ mm}</math> </p> </div> <div style="flex: 1;">  </div> </div>		
<b>Základní materiál</b> Skupina č.: <b>8.1</b> <span style="float: right;">Skupina č.: <b>9.2</b></span>		
Specifikace typu a stupně: <b>ASTM A 182 F316L</b> chemické složení: $C_{\max}$ 0,03%, $Si_{\max}$ 1%, $Mn_{\max}$ 2%, Ni 10-13%, Cr 16,5-18%, Mo 2-2,5% Specifikace typu a stupně: <b>ASTM A 182 F316L</b> chemické složení: $C_{\max}$ 0,20%, $Mn_{\max}$ 0,9%, $P_{\max}$ 0,035%, $S_{\max}$ 0,04% Si 0,20-0,35%, Ni 3,3-3,7%, $Cr_{\max}$ 0,30%, $Mo_{\max}$ 0,12%, $Cu_{\max}$ 0,4%, $Nb_{\max}$ 0,02%, $V_{\max}$ 0,03%		
<b>Rozsah tlouštěk:</b>		
Základní materiál: tloušťka stěny <b>3 - 6 mm</b> <span style="float: right;">Průměr: <b>10 - 40 mm</b></span>		
Základní materiál: tloušťka <b>5 a více</b>		
<b>Přídavný materiál</b>		
Specifikace: <b>EN 1600: E 23 12 2 LR 32</b>		
Průměry příd. mat.: <b>ø 2.5 , 3.2 mm</b> <span style="float: right;">Označení: <b>FOX CN 23/12 Mo-A</b> <span style="margin-left: 50px;">Výrobce: <b>BÖHLER</b></span></span>		
Sušení čas/teplota: <b>2h/350°C</b>		
Max. šířka housenky: <b>3.5 mm</b>		

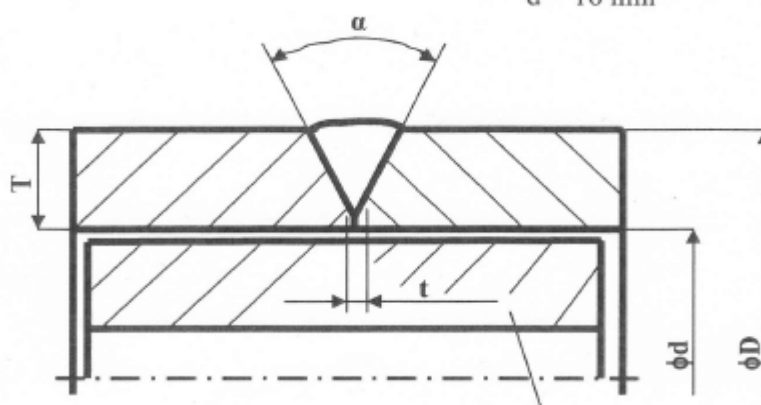


**POLOHY**Poloha při svařování: **PA****PŘEDEHŘEV**Teplota přehřevu: **N/A** Teplota Interpass: **100°C**Udržovací teplota: **N.A.**Ostatní: **N.A.****TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ**Rozsah teplot: **N.A.**Čas: **N.A.**Ostatní: **N.A.****PROUDOVÁ CHARAKTERISTIKA**Typ proudu: **stejnoseměrný (DC)**Polarita: **obrácená**Proud (rozsah): **viz. tabulka**Napětí (rozsah): **viz. tabulka****TECHNIKA**S/bez rozkvyvu: **s rozkvyvem**Druh čištění: **kartáčování nebo broušení**Způsob čištění drážky: **kartáčování nebo bez**Rychlost svařování: **viz. tabulka**

Vrstva	Metoda	Přídavný materiál		Proud		Napětí	Rychlost svař.	Ostatní
		Klas.	Průměr (mm)	Typ/ Polarita	Rozsah (A)	Rozsah (V)		
<b>1- n</b>	<b>111</b>	<b>E 23 12 LR 32</b>	<b>2,5</b>	<b>DC</b>	<b>60-80</b>	<b>25-27</b>	<b>8-15</b>	<b>FOX CN 23/12 Mo-A</b>
<b>1- n</b>	<b>111</b>	<b>E 23 12 LR 32</b>	<b>3,2</b>	<b>DC</b>	<b>80-120</b>	<b>25-27</b>	<b>11-25</b>	<b>FOX CN 23/12 Mo-A</b>

<b>David Scheffczik</b>	<b>2.2.2010</b>				
Jméno	Datum	Jméno	Datum	Jméno	Datum
Návrh		Ověření		Schválení	

**Příloha F: Návrh postupu svařování tupého zkušebního spoje (1229)**

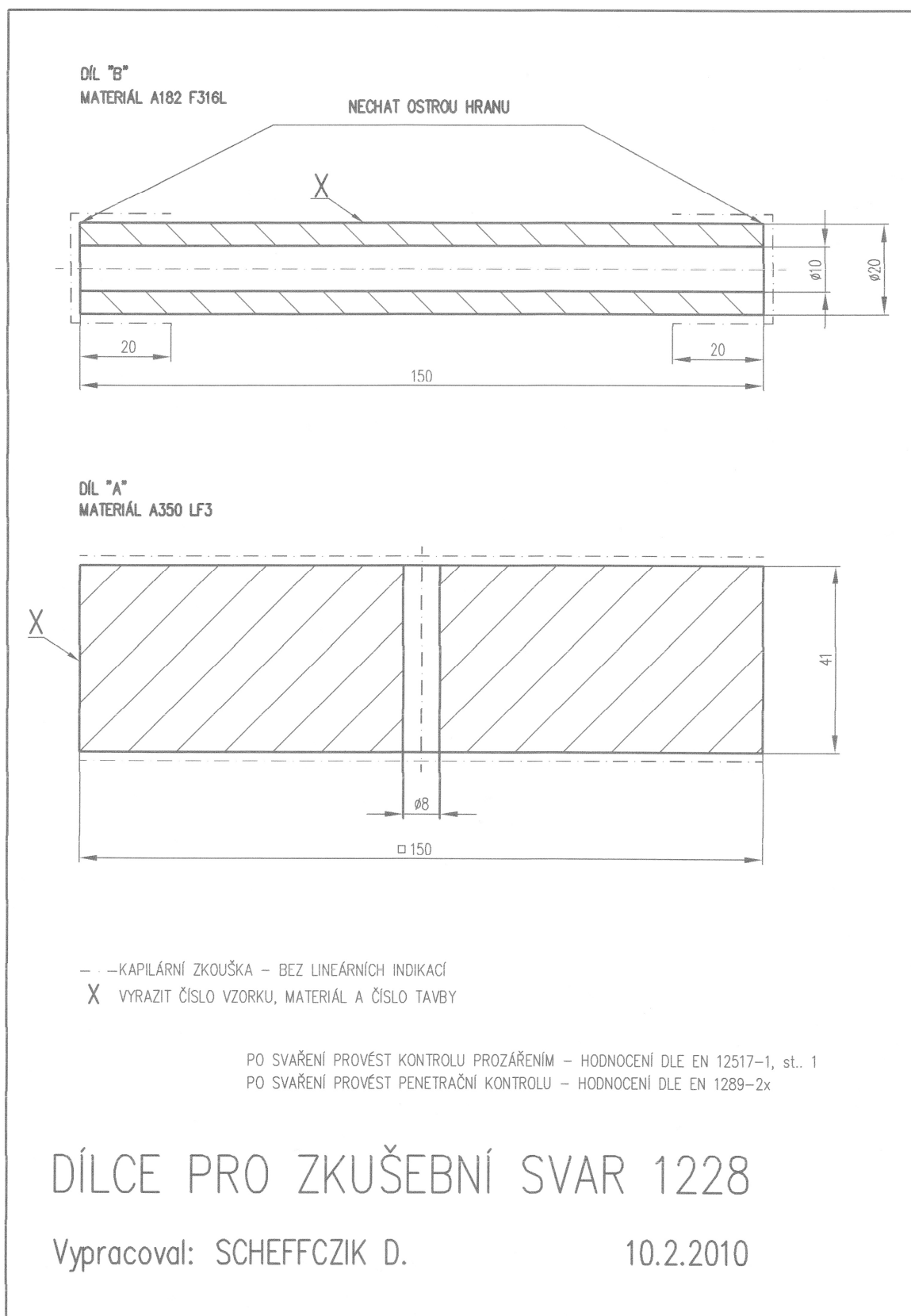
VŠB-TUO FAKULTA STROJNÍ	Specifikace postupu svařování (pWPS)	číslo : Datum: 2.12.2008  Strana : 1/2
Popis : pWPS pro svařování oceli třídy 8 a 9 podle ČSN 15614-1 Metoda svařování: 111		
<div><div><math>\alpha = 60^\circ</math> <math>t = 1,5 - 6,0 \text{ mm}</math> <math>T = 12 \text{ mm}</math> <math>D = 40 \text{ mm}</math> <math>d = 16 \text{ mm}</math></div><div><p style="text-align: center;">Podložka</p></div></div>		
<div><div><b>Základní materiál</b> Skupina č.: 8.1</div><div>Skupina č.: 9.2</div></div>		
<div><div>Specifikace typu a stupně:</div><div>ASTM A 182 F316L</div><div>chemické složení: C<sub>max</sub> 0,03%, Si<sub>max</sub> 1%, Mn<sub>max</sub> 2%, Ni 10-13%, Cr 16,5-18%, Mo 2-2,5%</div></div>		
<div><div>Specifikace typu a stupně:</div><div>ASTM A 182 F316L</div><div>chemické složení: C<sub>max</sub> 0,20%, Mn<sub>max</sub> 0,9%, P<sub>max</sub> 0,035%, S<sub>max</sub> 0,04% Si 0,20-0,35%, Ni 3,3-3,7%, Cr<sub>max</sub> 0,30%, Mo<sub>max</sub> 0,12%, Cu<sub>max</sub> 0,4%, Nb<sub>max</sub> 0,02%, V<sub>max</sub> 0,03%</div></div>		
<b>Rozsah tlouštěk:</b>		
Základní materiál: tloušťka stěny 3 - 24 mm		
Průměr základního mat.: tloušťka 25 a více		
<b>Přídavný materiál</b>		
Specifikace: EN 1600: E 23 12 2 LR 32		
Průměry příd. mat.: ø 2.5 , 3.2 mm      Označení: FOX CN 23/12 Mo-A      Výrobce: BÖHLER		
Sušení čas/teplota: 2h/350°C		
Max. šířka housenky: 3.5 mm		

**POLOHY**Poloha při svařování: **PA****PŘEDEHŘEV**Teplota přehřevu: **N/A**Teplota Interpass: **100°C**Udržovací teplota: **N.A.**Ostatní: **N.A.****TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ**Rozsah teplot: **N.A.**Čas: **N.A.**Ostatní: **N.A.****PROUDOVÁ CHARAKTERISTIKA**Typ proudu: **stejnoseměrný (DC)**Polarita: **obrácená**Proud (rozsah): **viz. tabulka**Napětí (rozsah): **viz. tabulka****TECHNIKA**S/bez rozkvyvu: **s rozkvyvem**Druh čištění: **kartáčování nebo broušení**Způsob čištění drážky: **kartáčování nebo bez**Rychlost svařování: **viz. tabulka**

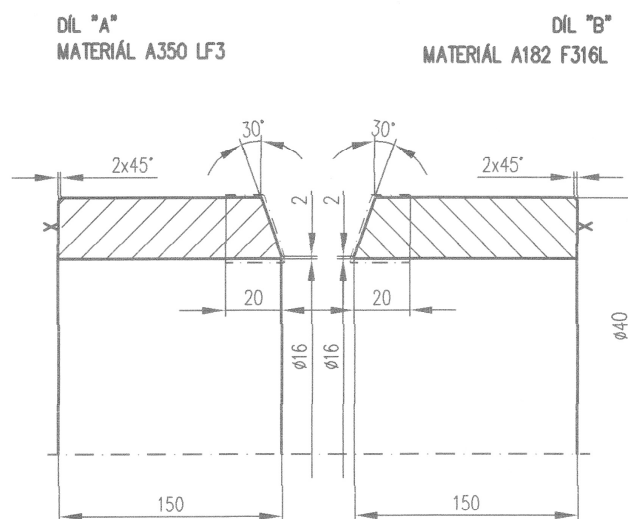
Vrstva	Metoda	Přídavný materiál		Proud		Napětí	Rychlost svař.	Ostatní
		Klas.	Průměr (mm)	Typ/ Polarita	Rozsah (A)	Rozsah (V)		
<b>1- n</b>	<b>111</b>	<b>E 23 12 LR 32</b>	<b>2,5</b>	<b>DC</b>	<b>60-80</b>	<b>25-27</b>	<b>8-15</b>	<b>FOX CN 23/12 Mo-A</b>
<b>1- n</b>	<b>111</b>	<b>E 23 12 LR 32</b>	<b>3,2</b>	<b>DC</b>	<b>80-120</b>	<b>25-27</b>	<b>11-25</b>	<b>FOX CN 23/12 Mo-A</b>

<b>David Scheffczik</b>	<b>2.2.2010</b>				
Jméno	Datum	Jméno	Datum	Jméno	Datum
Návrh		Ověření		Schválení	

## Příloha G: Dílce pro zkušební koutový svarový spoj (1228)

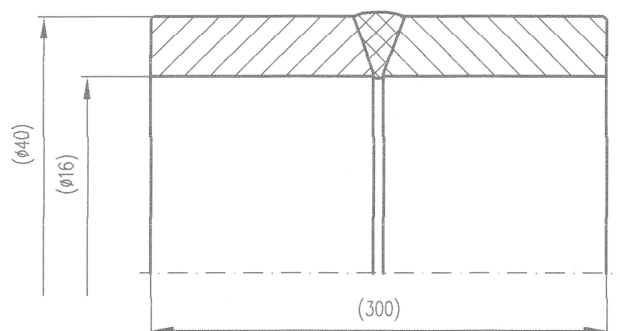


## Příloha H: Dílce pro zkušební tupý svarový spoj (1229)



— — KAPILÁRNÍ ZKOUŠKA — BEZ LINEÁRNÍCH INDIKACÍ  
X VYRAZIT ČÍSLO VZORKU, MATERIÁL A ČÍSLO TAVBY

### PO SVÁŘENÍ



PO SVÁŘENÍ PROVÉST KONTROLU PROZÁŘENÍM — HODNOCENÍ DLE EN 12517-1, st.. 1  
PO SVÁŘENÍ PROVÉST PENETRAČNÍ KONTROLU — HODNOCENÍ DLE EN 1289-2x

## DÍLCE PRO ZKUŠEBNÍ SVAR 1229

Vypracoval: SCHEFFCZIK D.

10.2.2010

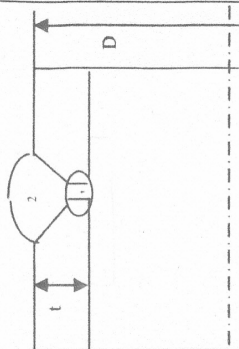
## Příloha I: Zpráva o svařování koutových svarů (1228)

[illegible]

**Příloha J: Zpráva o svařování tupých svarů (1229)**

List č. 1, List

MSA		ZPRÁVA O SVAŘOVÁNÍ (WELDING REPORT)										HESLO: ZAKÁZKA č.: J091813	
a.s. DOLNÍ BENEŠOV												POKYNY KE SVAŘ: WPS 5348	
JMÉNA SVAŘEČŮ (Welders Names)	DATA	ČÍSLO SVARU Bead N.	SVAŘOVACÍ PARAMETRY (Welding Parameters)				TEPLOTA MEZI ETAPAMI (Interpass temperature) °C	SVAŘOVACÍ DĚLKA (Welded length) mm	DOBA FUZE (Fusion time) s	φ ELEKTRODY NEBO DRÁTU (Electrodes or wire) mm	PROCES (Process)	111	
ZNAČKA č. (Stamp N.)			I A	U V	RYCHL. (Speed) mm/min	VNESENÉ TEPLO kJ/mm				POZICE (Position)	PA		
18.11.09		1/1	70-80	27-30	54	1,41		50	72	85			
		1/2	70-80	27-30	60	1,75		60	88	93			
		1/3	65-75	27-31	60	1,60		75	108	90			
		1/4	65-75	27-30	78	1,23		45	118	103			
		1/5	70-80	27-31	60	1,72		22	125	120			
		2/1	70-80	31-33	54	1,41		52	72	86			
		2/2	80-90	27-30	59	2,1		63	88	95			
		2/3	65-75	26-29	55	1,58		87	110	97			
		2/4	65-75	27-30	78	1,23		72	118	105			
		2/5	60-70	27-3	58	1,73		91	125	115			
		3/1	65-75	26-29	50	1,32		29	71	80			
		3/2	65-75	27-30	60	1,50		41	87	91			
		3/3	70-80	31-33	60	1,73		68	108	90			
		3/4	65-75	26-29	80	1,3		57	118	110			
		3/5	70-80	31-33	57	1,87		71	125	112			
		4/1	70-80	27-30	53	1,82		50	72	82			
		4/2	70-80	27-30	62	1,72		54	90	91			
		4/3	65-75	27-31	58	1,52		68	108	98			
		4/4	70-80	27-31	78	1,25		72	119	105			
		4/5	80-90	27-30	60	2,1		81	124	115			
			Svařovací zdroj: WITU 315-32 (8075)					Elektroda FOX CN 23/12 Mo-A					
								Elektroda φ 2,5 mm tavba č. 2120488					
								φ 3,2 mm tavba č. 2120676					
								Mezera v kořeni:					



Základní kov  
(1) A 182 F 316 L  
Trubka  
č. tavby: 745036  
(2) A 350 LF3  
Trubka  
č. tavby: 76317  
(3) A 182 F 316 L, Podložka  
č. tavby: 913191

MSA a.s. DOLNÍ BENEŠOV		ZPRÁVA O SVAŘOVÁNÍ (WELDING REPORT)										HESLO: ZAKÁZKA č.: J091813							
JMÉNA SVAŘEČŮ (Welders Names)		DATA		SVAŘOVACÍ PARAMETRY (Welding Parameters)				TEPLOTA MEZI ETAPAMI (Interpass temperature) °C		SVAŘOVACÍ DÉLKA (Welded length) mm		DOBA FUZE (Fusion time) s		φ ELEKTRODY NEBO DRÁTU (Electrodes or wire) mm		PROCES (Process)		111	
ZNÁČKA č. (Stamp N.)		ČÍSLO SVAŘU Bead N.		I A	U V	RYCHL. (Speed) mm/min	VNESENÉ TEPLLO kJ/mm							POZICE (Position)		PA			
	18.11.09	5/1	70-80	27-30	55	1,90	23	72	84	2,5	SCHEMA  Vnější průměr D = 40 mm Tloušťka sváru t = 12 mm				Základní kov (1) A 182 F 316 L Trubka č. tavby: 745036 (2) A 350 LF3 Trubka č. tavby: 76317 (3) A 182 F 316 L, Podložka č. tavby: 913191				
		5/2	70-80	27-30	60	1,72	75	88	92	2,5									
		5/3	65-75	27-31	62	1,68	63	104	88	2,5									
		5/4	65-75	27-31	74	1,31	81	118	105	2,5									
		5/5	70-80	27-31	61	1,72	72	124	121	2,5									
		6/1	65-75	27-31	55	1,9	31	80	80	2,5									
		6/2	65-75	27-30	61	1,65	45	91	95	2,5									
		6/3	70-80	27-30	65	1,78	63	95	100	2,5									
		6/4	70-80	27-31	70	1,58	52	108	105	2,5									
		6/5	65-75	27-30	60	1,70	61	115	120	2,5									
Svařovací zdroj: XITU 315-32 (8075)												Elektroda FOX CN 23/12 Mo-A							
												Elektroda φ 2,5 mm tavba č. 2120488							
												φ 3,2 mm tavba č. 2120676							
												Mazera v loženi.							



# Příloha K: Protokol o vizuální zkoušce vzorků 1229



**Český svářečský ústav s.r.o.**

Divize inspekce - inspekční orgán č. 4005

Areál VŠB - TU Ostrava, 17. listopadu 2172/15  
708 33 Ostrava Poruba



## PROTOKOL O VIZUÁLNÍ ZKOUŠCE SVAROVÝCH SPOJŮ

Registrační číslo:	1R- 1229	Číslo protokolu:	1R - 1229 / VTP
Výrobce:	MSA, a.s. Hlučinská 41 747 22 Dolní Benešov		
Předmět kontroly:	Zkušební svarový spoj č. 1229 /5-10		
Tloušťka:	12,0 mm	Vnější průměr:	Ø 40,0 mm
Typ svaru:	Tupý svar na trubce	Metoda svařování	111
Základní materiál:	ASTM A 182 F 316 L + ASTM A 350 LF3	Poloha svařování	1229 5-10/PA

## PODMÍNKY VIZUÁLNÍ ZKOUŠKY

Kritéria přípustnosti:	Stupeň jakosti B, C dle ČSN EN ISO 5817
Prováděcí norma:	ČSN EN 970
Rozsah kontroly:	100%
Zařízení použita pro kontrolu	přídavné světlo, měrka svarů, zrcátko, lupa, metr
Intenzita osvětlení:	600 Lx
Kontrola citlivosti	vyhovuje

## ZJIŠTĚNÉ INDIKACE


1229 5-10PA			
Kořen svaru		Krycí vrstva	
1.	bez vad	1.	bez vad
2.	-	2.	-
3.	-	3.	-
Kořen svaru		Krycí vrstva	
1.	-	1.	-
2.	-	2.	-
3.	-	3.	-

## VÝSLEDEK ZKOUŠKY

**Vyhovující**

Místo a datum	Kontroloval	Razítko organizace
Ostrava 22.11.2009	doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D. EWE, EWI-C 	

# Příloha L: Protokol o kapilární zkoušce vzorků 1229

 <b>Qualitest</b> AF S.F.O. L 1358 akreditovaná zkušební laboratoř		<b>PROTOKOL REPORT PROTOKOLL</b> <b>KAPILÁRNÍ ZKOUŠKA</b> <b>PENETRANT TESTING</b> <b>EINDRINGPRÜFUNG</b>		<b>Zákazník</b> Client Kunde Český svářečský ústav s.r.o., Areál VŠB – TU Ostrava 17. listopadu 2172 / 15 Ostrava – Poruba	
Motoristů 77, 530 06 Pardubice - Svítkov tel./fax 466 415 507, 466 310 203, tel. 466 310 354 www.afqualitest.cz ndt@afqualitest.cz		Protokol č. Report No Protokoll Nr.		Strana Page Seite	
450 / 09		1		1	
Zakázka č. Order No Auftrags Nr.		1R-1229			
Zkoušený díl Tested part Prüfstück	Objekt Object Objekt <b>Zkušební svarové spoje 1R-1229 pol.svař.PA</b>				
	Výrobce Producer Hersteller		Zkušební místo Place of test Prüfart		Stav povrchu Surface condition Oberfl.-beschaff.
Material Material ASTM A350LF3+ASTM A182 316L FOX CN 23/12 Mo-A		Postup svařování Welding process Schweißverfahren		Rozsah zkouš. Testing extent Prüfumfang	Teplotné zpracování Heat-treatment Wärmebehandlung
EN 571 - I		EN 571-1		ČSN EN 1289 st.1	
Zkušební údaje Testing data Prüfdaten	Penetrant Penetrant Eindringmittel		Výrobce Producer Hersteller		Zkušeb. teplota Test temperature Prüftemperatur
	U 88		Helling		20° C
	Rozpouštědlo Solvent Lösemittel		Penetrační čas Penetration time Eindringdauer		Osvětlení Lifting Belichtung
	U 87		7 min		Min 500 lx
Vývojka Developer Entwickler		Číslo šarže Batch No. Charge Nr.		Vývíjecí čas Development time Entwicklungsdauer	
U 89		5783		15 min	
Dočištění Postcleaning Nachreinigung		ano yes ja		ne no nein	
<b>VÝSLEDEK RESULT ERGEBNIS</b>					
Zkoušený díl / svar č. Tested part / weld No Prüfendes Teil / Naht Nr.		Druh vady Type of discontinuity Fehlerart		Velikost vady Size of discontinuity Fehlerausdehn	
1R-1229/5 PA				Hodnocení Evaluation Bewertung	
1R-1229/6 PA				V NE	
1R-1229/7 PA				X	
1R-1229/8 PA				X	
1R-1229/9 PA				X	
1R-1229/10 PA				X	
xx					
*) Kapilární systém podle EN 571-1 Product family accord. to EN 571-1 Eindringssystem nach EN 571-1					
Penetrant Penetrant Eindringmittel		Odstranění Penetrant remover Zwischenreiniger		Vývojka Developer Entwickler	
I Fluorescenční Fluorescent Fluorescent		C Rozpouštědlo Solvent Lösemittel		a Suchý prášek Dry powder Trockenentw.	
II Barevný Color Farbig		E Voda+Rozp. Water+Solvent Wasser+Lösemitt.		d rozpouštědlová Solv.-based Naßent. auf Lö.	
**) V - vyhovuje acceptable zulässig NE - nevyhovuje unacceptable unzulässig					
Tento protokol nesmí být bez písemného souhlasu zkušebny Qualitest reprodukován jinak než celý This report can be reproduced in incomplete form only with written agreement of Qualitest laboratory Keiness Protokoll soll ohne schriftliche Einstimmung von Qualitest Prüfstelle reproduziert sein					
Zkoušel Examined Prüfer		Stupeň a č. certif Level & cert. No Stufe und Zert. Nr.		Podpis Signature Unterschrift	
RNDr Havránek Leoš		III/ Z-SC-07392		26.11.2009	
Hodnotil Evaluated Bewerter		Stupeň a č. certif Level & cert. No Stufe und Zert. Nr.		Podpis Signature Unterschrift	
RNDr Havránek Leoš		III/ Z-SC-07392		26.11.2009	
				Schválil Approved Genehmigung	
				Ing. V.Šmid	
				Dne Date Datum	
				30.11.2009	
				Podpis Signature Unterschrift	
				Ing. V.Šmid	



 <b>akreditovaná zkušební laboratoř</b>  Motoristů 77, 530 06 Pardubice - Svítkov t. 466 310 354, 466 310 203, fax 466 310 202 t. 466 415 507 fax 466 415 507		<b>PROTOKOL REPORT PROTOKOLL</b>  <b>ULTRAZVUKOVÁ ZKOUŠKA</b> <b>ULTRASONIC TESTING</b> <b>ULTRASCHALLPRÜFUNG</b>				Zákazník Client Český svářečský ústav s.r.o., Areal VSB – TU Ostrava 17. listopadu 2172 / 15 Ostrava - Poruba	
		Protokol č. Report No <b>449 / 09</b>		Strana Page <b>1</b>		z. of <b>1</b>	
		Protokoll Nr.		Zakázka č. Order No <b>1R-1229</b>		Auftrags Nr.	

Zkušební díl Tested part Prüfstück	<b>Objekt</b> Object Objekt							<b>Zkoušební svarové spoje 1R-1229 poloha PA</b>																						
	<b>Výrobce</b> Producer Hersteller			<b>Typ svaru</b> Type of weld Nahttype			<b>Zkušeb. místo</b> Place of test Prüfört			<b>Ostrava</b>			<b>Stav povrchu</b> Surface condit. Oberfl.-beschaff.			<b>očistěn</b>														
	<b>Materiál</b> Material Material			ASTM A350LF3+ASTM A182 316L FOX CN 23/152Mo-A			<b>Postup svařování</b> Welding process Schweißverfahren			<b>111</b>			<b>Rozsah zkouš.</b> Testing extent Prüfumfang			<b>100 %</b>			<b>Tepelné zpracov.</b> Heat-treatment Wärmebehandlung			<b>Ano</b> yes			<b>ne</b> no					
	<b>Zkušební postup</b> Test procedure Prüfverfahren			<b>ČSN EN 1714</b>			<b>Zkušeb. třída</b> Testing class Prüfkategorie						<b>Hodnocení / přípustnost dle **)</b> Evaluation / allowable acc. to Auswertung / Zulässigkeit nach			<b>ČSN EN 1712 st.2</b>														
	<b>UZ přístroj / Čís.</b> US equipment / No US Prüfgerät / Nr.			<b>USM 35/35054-1710</b>			<b>Nast. citlivosti / rozměr</b> Sensitivity / size Prüfempfindlichk./ Maß			<b>DAC – vývrt</b> DAC – SDH DAC – qBohr.			<b>Ø</b> mm			<b>AVG – KSR</b> DGS – DSR AVG – KSR			<b>Ø</b> mm			<b>Zářez</b> Notch Nut			<b>mm</b>					
	<b>Sonda čís. / typ</b> Probe No / type Prüfköpfe Nr./ Type			<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>			<b>Druh nastavení *)</b> Kind of adjustment Art der Justierung			<b>1</b>			<b>2</b>			<b>3</b>								
				53477 MWB45N4			53476 MWB60N4			53477 MWB70N4						zPV			zPV			zPV								
	<b>Změřený úhel</b> Measured angle Gemessene Winkel			<b>°</b>			<b>45</b>			<b>60</b>			<b>70</b>			<b>Referenční úroveň</b> Reference level Bezugshöhe			<b>dB</b>			<b>68</b>			<b>70</b>			<b>65</b>		
	<b>Rozsah časové základny</b> Time base range Justierbereich			<b>mm</b>			<b>50</b>			<b>60</b>			<b>100</b>			<b>Registrační úroveň</b> Recording level Gemessene Winkel			<b>dB</b>			<b>68</b>			<b>70</b>			<b>65</b>		
	<b>Zesílení</b> Amplification Verstärkung			<b>dB</b>			<b>68</b>			<b>70</b>			<b>65</b>			<b>Korekce přechod. ztrát</b> Transfer correction Transferkorrektur			<b>dB</b>			<b>-</b>			<b>-</b>			<b>-</b>		
	<b>Srovnávací měrky a bloky</b> Reference gauges and blocks Vergleichskörper und Blöcke			<b>K1 K2 ASME</b>			<b>jiné</b> other andere						<b>Vazební prostředek</b> Couplant medium Koppelmittel			<b>voda</b> water Wasser			<b>Tapetol x</b> cellulose Kleister X			<b>olej, tuk</b> oil, grease Öl,Fett								

<b>VÝSLEDEK RESULT ERGEBNIS</b>														
Označení polohy / č. svaru Mark of position / Weld No Kennzeichnung der Lage/ Schweißnaht Nr.	Ø/ tloušťka Ø/ thickness Ø/ Dicke	Sonda č. Probe No Prüfkopf Nr.	Směr zkouš. Direction of testing Prüfrichtung	Indikace Indications Anzeige				Překr. registrační úroveň Exceed of recording level Überschreitung der Registrierschwelle [dB]	Poznámka Note Bemerkung (typ indik. aj. type of indicat Typ der Anzeige)	Hodnocení Evaluation Bewertung **)				
				Poloha Location Ortung	X podél along längs [mm]	Y napříč across quer [mm]	hloubka depth Tiefe [mm]			délka length Länge [mm]	V	NE		
1R-1229/5	40x12	1,2,3	A								X			
1R-1229/6	40x12	1,2,3	A								X			
1R-1229/7	40x12	1,2,3	A								X			
1R-1229/8	40x12	1,2,3	A								X			
1R-1229/9	40x12	1,2,3												

# **Příloha N: Protokol o vizuální zkoušce vzorků 1228**



**Český svářečský ústav s.r.o.**

Divize inspekce - inspekční orgán č. 4005

Areál VŠB - TU Ostrava, 17. listopadu 2172/15  
708 33 Ostrava Poruba



## **PROTOKOL O VIZUÁLNÍ ZKOUŠCE SVAROVÝCH SPOJŮ**

Registrační číslo:	1R- 1228	Číslo protokolu:	1R- 1228 /VTP
Výrobce:	MSA, a.s. Hlučinská 41 747 00 Dolní Benešov		
Předmět kontroly:	Zkušební svarový spoj č. 1228 PB		
Tloušťka:	40,0 mm	Vnější průměr:	ø 20,0 x 5,0 mm
Typ svaru:	Koutový svar trubka - plech	Metoda svařování	111
Základní materiál:	ASTM A 182 F 316 L + ASTM A 350 LF3	Poloha svařování	1228 PB

## **PODMÍNKY VIZUÁLNÍ ZKOUŠKY**

Kritéria přípustnosti:	Stupeň jakosti B, C dle ČSN EN ISO 5817
Prováděcí norma:	ČSN EN 970
Rozsah kontroly:	100%
Zařízení použita pro kontrolu	přídavné světlo, měrka svarů, zrcátko, lupa, metr
Intenzita osvětlení:	600 Lx
Kontrola citlivosti	vyhovuje

## **ZJIŠTĚNÉ INDIKACE**

1228 PB			
Kořen svaru		Krycí vrstva	
1.	-	1.	bez vad
2.	-	2.	-
3.	-	3.	-
Kořen svaru		Krycí vrstva	
1.	-	1.	-
2.	-	2.	-
3.	-	3.	-







## **VÝSLEDEK ZKOUŠKY**

**Vyhovující**

Místo a datum	Kontroloval	Razítko organizace
Ostrava 22.11.2009	doc. Ing. Ivo Hlavaty, Ph.D. EWE, EWI-E I. Hlavaty CZ EWI-E 04001	



# Příloha O: Protokol o kapilární zkoušce vzorků 1228

 <b>Qualitest</b> AF S.r.o.		 		<b>PROTOKOL REPORT PROTOKOLL</b>  <b>KAPILÁRNÍ ZKOUŠKA</b> <b>PENETRANT TESTING</b> <b>EINDRINGPRÜFUNG</b>		<b>Zákazník</b> Client Český svářečský ústav s.r.o., Areál VŠB – TU Ostrava 17. listopadu 2172 / 15 Ostrava - Poruba					
akreditovaná zkušební laboratoř  Motoristů 77, 530 06 Pardubice - Svítkov tel./fax 466 415 507, 466 310 203, tel. 466 310 354 www.afqualitest.cz ndt@afqualitest.cz				Protokol č. Report No Protokoll Nr. <b>451 / 09</b>		Strana Page Seite <b>1</b> z <b>1</b> of <b>1</b> aus		Zakázka č. Order No Auftrags Nr. <b>1R-1228</b>			
Zkoušený díl Tested part Prüfstück	<b>Objekt</b> Object Objekt <b>Zkušební svarové spoje 1R-1228 pol.svař.PB</b>										
	<b>Výrobce</b> Producer Hersteller				<b>Zkušební místo</b> Place of test Prüfört <b>Ostrava</b>		<b>Stav povrchu</b> Surface condition Oberfl.-beschaff. <b>očištěn</b>				
Zkušební údaje Testing data Prüfdaten	<b>Materiál</b> Material Material <b>ASTM A350LF3+ASTM A182 316L FOX CN 23/12 Mo-A</b>		<b>Postup svařování</b> Welding process Schweißverfahren <b>111</b>		<b>Rozsah zkouš.</b> Testing extent Prüfung/ang <b>100 %</b>		<b>Tepelné zpracování</b> Heat-treatment Wärmebehandlung <b>Ano ne yes no ja nein</b>				
	<b>Zkušební postup</b> Test procedure Prüfverfahren <b>EN 571 - 1</b>		<b>Kapilár. systém*)</b> Penetrant system Eindringssystem <b>EN 571-1</b>		<b>Hodnocení / přípustnost dle</b> Evaluation / allowable acc. to Auswertung / Zulässigkeit nach <b>ČSN EN 1289 st.1</b>						
	<b>Penetrant</b> Penetrant Eindringmittel <b>U 88</b>		<b>Číslo šarže</b> Batch No. Charge Nr. <b>5583</b>		<b>Výrobce</b> Producer Hersteller <b>Helling</b>		<b>Zkušeb. teplota</b> Test temperature Prüftemperatur <b>20° C</b>				
	<b>Rozpouštědlo</b> Solvent Lösemittel <b>U 87</b>		<b>Číslo šarže</b> Batch No. Charge Nr. <b>5784</b>		<b>Penetrační čas</b> Penetration time Eindringdauer <b>7 min</b>		<b>Osvětlení</b> Lifting Belichtung <b>Min 500 lx</b>				
<b>Vývojka</b> Developer Entwickler <b>U 89</b>		<b>Číslo šarže</b> Batch No. Charge Nr. <b>5783</b>		<b>Vyvíjecí čas</b> Development time Entwicklungsdauer <b>15 min</b>		<b>Dočištění</b> Postcleaning Nachreinigung <b>ano ne yes no ja nein</b>					
<b>VÝSLEDEK RESULT ERGEBNIS</b>											
<b>Zkoušený díl / svar č.</b> Tested part / weld No Prüfendes Teil / Naht Nr.				<b>Druh vady</b> Type of discontinuity Fehlerart		<b>Velikost vady</b> Size of discontinuity Fehlerausdehnung		<b>Poloha vady</b> Position of discontinuity Fehlermaße		<b>Hodnocení</b> Evaluation Bewertung <b>**) V NE</b>	
<b>1R-1228/1 PB</b>										<b>X</b>	
<b>1R-1228/2 PB</b>										<b>X</b>	
<b>XX</b>											
*) Kapilární systém podle EN 571-1 Product family accord. to EN 571-1 Eindringssystem nach EN 571-1											
<b>Penetrant Penetrant Eindringmittel</b> <b>I Fluorescenční Fluorescent Fluorescent</b> <b>II Barevný Color Farbig</b>				<b>Odstranění Penetrant remover Zwischenreiniger</b> <b>C Rozpouštědlo Solvent Lösemittel</b> <b>E Voda+Rozp. Water+Solvent Wasser+ Lösemit.</b>				<b>Vývojka Developer Entwickler</b> <b>a Suchý prášek Dry powder Trockenentw.</b> <b>d rozpouštědlová Solv.-based Naßent. auf Lö.</b>			
**) V - vyhovuje acceptable zulässig NE - nevyhovuje unacceptable unzulässig											
Tento protokol nesmí být bez písemného souhlasu zkušebny Qualitest reprodukován jinak než celý This report can be reproduced in uncomplete form only with written agreement of Qualitest laboratory Keiness Protokoll soll ohne schriftliche Einstimmung von Qualitest Prüfstelle reproduziert sein											
<b>Zkoušel</b> Examined Prüfer		<b>Stupeň a č. certif</b> Level & cert. No Stufe und Zert. Nr.		<b>Dne</b> Date Datum		<b>Podpis</b> Signature Unterschrift		<b>Schválil</b> Approved Genehmigung			
<b>RNDr Havránek Leoš</b>		<b>III/ Z-SC-07392</b>		<b>26.11.2009</b>				<b>Ing. V.L.Šmíd</b> <b>30.11.2009</b> 			
<b>Hodnotil</b> Evaluated Bewerter		<b>Stupeň a č. certif</b> Level & cert. No Stufe und Zert. Nr.		<b>Dne</b> Date Datum		<b>Podpis</b> Signature Unterschrift		<b>Podpis</b> Signature Unterschrift			
<b>RNDr Havránek Leoš</b>		<b>III/ Z-SC-07392</b>		<b>26.11.2009</b>							

## **Příloha P: Protokol o mechanických zkouškách vzorků 1229**

[illegible]

## Výsledky mechanických zkoušek

Číslo PROTOKOLU	<b>4971B09</b>
Strana č. / počet stran	<b>2 / 3</b>

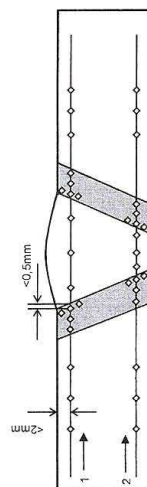
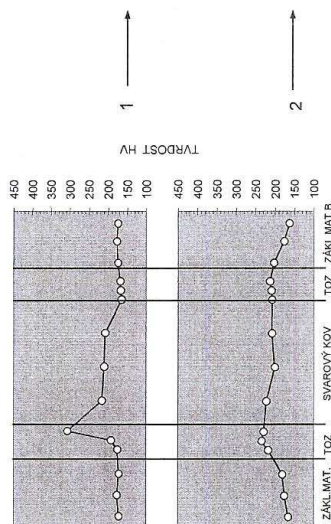
Zkušební laboratoř č. 1036 akreditovaná ČIA

[illegible]





Zkušební laboratoř č. 1036 akreditovaná ČIA

Výr. čísla tvrdoměrů	Zkušební normy a metody
62579	ČSN EN 1043-1 QI-VTC.30 GEN-0006
Zkušební teplota	DRUH TVRDOMSTI
20 °C	HV10



TVRDOT										HV10		Základní materiál					
TOO		Svarový kov		TOO		TOO		TOO		TOO		TOO		TOO		TOO	
ASTM-A360LF3		ASTM-A360LF3		ASTM-A360LF3		ASTM-A360LF3		ASTM-A360LF3		ASTM-A360LF3		ASTM-A360LF3		ASTM-A360LF3		ASTM-A360LF3	
172	177	172	176	193	305	322	217	211	208	166	162	167	168	174	177	174	174
166		176	181	217	230	230	222	201	208	199	207	209	213	203	177	163	163
230		230		230		230		230		217		217		217		217	

	Funkce	Jméno	Podpis	Rok 1-2	Měs. 3-4	Den 5-8
ZKOUŠEL	Zkušební technik	Libuša Cernická		09	12	15
KONTROLOVAL A SCHVÁLIL	Vedoucí zkušebny	Pavel Pustka		09	12	15
PROHLÁŠENÍ: Dosažené výsledky se týkají jen zkoušeného předmětu.						

Dosažené výsledky se týkají jen zkoušeného předmětu.  
Bez písemného souhlasu zkušební není možné protokol reprodukovat jinak než celý



# Příloha R: Protokol zkoušky tvrdosti vzorku 1228

<p><b>Zkušební</b></p> <p><b>VÝTVKOVICE</b> VITKOVICE TESTING CENTER s.r.o. Pohraniční 584/142 709 00 Ostrava - Hulváky</p> <p><b>Český svářečský ústav s.r.o.</b> Divize technika Areál VŠB - TU Ostrava, 17. listopadu 2172/15 708 33 Ostrava-Poruba</p> <p><b>LABORATOŘE AKREDITOVANÉ ČIA</b> L 1036 Zkušební laboratoř č. 1036 akreditovaná ČIA</p>		<p><b>Výsledky mechanických zkoušek, zkoušky tvrdosti</b></p> <p>ke zkušebnímu listu:</p>		<p>ČÍSLO PROTOKOLU <b>5045B09</b></p> <p>Strana č. / počet stran <b>1 / 1</b></p>																								
<p><b>Kupující</b></p> <p>Číslo kupní smlouvy</p> <p>Číslo objednávky</p>		<p><b>Výrobek</b></p> <p>Svarový spoj č. : 1R-1228/1-2 130 x 130 x 40 / Ø 20 x 5 mm</p> <p>Norma ČSN EN ISO 15614-1</p> <p>Jakost Základní materiál : A350LF3 + A182 316L Svařovací materiál : FOX CN 23/12 Mo-A</p> <p>Metoda svařování Poloha svařování</p> <p>TZ</p>		<p>Výr. čísla tvrdoměrů</p> <p>1680996</p> <p>Zkušební metoda</p> <p>QI-VTC.30 GEN-0006</p> <p>DRUH TVRDOSTI</p> <p>HV10</p>																								
<p><b>Č.zkoušky:</b></p> <p><b>1228/1M1</b></p>		<p><b>TVRDOST</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Základní materiál</th> <th>T O O</th> <th>Svarový kov</th> <th>T O O</th> <th>Základní materiál</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>168</td> <td>168</td> <td>175</td> <td>202</td> <td>283</td> </tr> <tr> <td>392</td> <td>373</td> <td>228</td> <td>219</td> <td>193</td> </tr> <tr> <td>334</td> <td>167</td> <td>180</td> <td>192</td> <td>159</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>207</td> <td>208</td> </tr> </tbody> </table> <p>max. 392 min. 150</p>		Základní materiál	T O O	Svarový kov	T O O	Základní materiál	168	168	175	202	283	392	373	228	219	193	334	167	180	192	159				207	208
Základní materiál	T O O	Svarový kov	T O O	Základní materiál																								
168	168	175	202	283																								
392	373	228	219	193																								
334	167	180	192	159																								
			207	208																								
		<p><b>PROHLÁŠENÍ</b></p> <p>Dosažené výsledky se týkají jen zkoušeného předmětu. Bez písemného souhlasu zkušební není možné protokol reprodukovat jinak než celý.</p>																										
<p><b>PROHLÁŠENÍ</b></p> <p>ZKUSOBNA LABORATOŘE AKREDITOVANÉ ČIA VITKOVICE TESTING CENTER s.r.o. (1036)</p>		<p><b>Podpis</b></p> <p>Libuša Cernická</p> <p>Ing. Jiří Borkala</p>																										
<p><b>Podpis</b></p> <p>Libuša Cernická</p> <p>Ing. Jiří Borkala</p>		<p><b>Podpis</b></p> <p>Libuša Cernická</p> <p>Ing. Jiří Borkala</p>																										

## Příloha S: Protokol makroskopické zkoušky vzorku 1228

### VÍTKOVICE

VÍTKOVICE TESTING CENTER s.r.o.  
Pohraniční 584/142  
709 00 Ostrava-Hulváky

## PROTOKOL O ZKOUŠENÍ

Číslo protokolu	P/908/10
Strana č./ počet stran	2/3

### Zápis o zkoušení

#### Makrostruktura

Makrostruktura dodaných vzorků byla kontrolována po naleptání 15 %  $\text{HNO}_3$  + leptadlem dle Adler-Mattinga. Výsledky hodnocení jsou uvedeny v tabulce:

Vzorek č.	Makrostruktura	TOO (mm)	Obr.
M1/ 1228/2	bez vad	3,0	1
M2/ 1228/2	bez vad	3,5	2

### Výsledek zkoušení

Makrostruktura svarového spoje č. 1228/2 je dle ČSN EN ISO 5817 vyhovující.

2010-04-27  
tel. +420 59595 2518



  
Ing. Zdeněk Štorkán  
vedoucí metalografické zkušebny

Protokol je platný pouze s příslušnou stranou č. 1